

**ESTIMASI KARBON TERSIMPAN PADA BEBERAPA KELAS  
UMUR TANAMAN KELAPA SAWIT ( *Elaeis guineensis* Jacq ) DI  
PERKEBUNAN RAKYAT KECAMATAN PERCUT SEI TUAN  
KABUPATEN DELI SERDANG**

*Diajukan Untuk Persyaratan Fungsional*



Disusun Oleh :

**SYARIFAH WIDYA ULFA**

**JURUSAN PENDIDIKAN BIOLOGI  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN  
KEGURURAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA**

2017

## ABSTRAK

**Syarifah Widya Ulfa. “ESTIMASI KARBON TERSIMPAN PADA BEBERAPA KELAS UMUR TANAMAN KELAPA SAWIT ( *Elaeis guineensis* Jacq ) DI PERKEBUNAN RAKYAT KECAMATAN PERCUT SEI TUAN KABUPATEN DELI SERDANG”. 2016.**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karbon tersimpan yang terdapat pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan kelas umur tanaman yang berbeda. Populasi dalam penelitian ini adalah perkebunan kelapa sawit pada tanaman menghasilkan milik rakyat yang ada di kecamatan percut sei tuan kabupaten deli serdang. Sampel dalam penelitian ini adalah tanaman menghasilkan kelapa sawit dengan variasi kelas umur; 1. Tanaman Muda (3 – 8 tahun), 2. Tanaman Remaja (9 – 14 tahun), 3. Tanaman Dewasa (15 – 20 tahun), 4. Tanaman Tua (> 21 tahun) yang diambil pada setiap area dengan ukuran plot 20 x 60 m sebanyak 2 kali ulangan. Metode penelitian ini bersifat eksperimen menggunakan rancangan deskriptif dengan metode destruktif dan non destruktif dengan pengamatan langsung pada plot-plot sampel sesuai dengan kelompok umur yang telah ditetapkan. Hasil penelitian ini diperoleh bahwa; 1). Biomassa tanaman kelapa sawit pada umur termuda 4 tahun sebanyak 7,099 Ton/Pohon dan Tertua pada umur 21 tahun sebanyak 35,748 Ton/Pohon. Sedangkan perolehan tumbuhan bawah umur termuda yaitu 4 tahun adalah 0,001100 Ton/Ha dan pada umur tertua yaitu 21 tahun yaitu 0,001499 Ton/Ha. 2). Hasil pengukuran potensi karbon tersimpan umur 4 tahun sebesar 3,267 Ton C/Ha dan 21 tahun 16,446 Ton C/Ha sedangkan penyerapan karbon dioksida paling rendah pada umur 4 tahun yaitu 11,988 Ton/Ha dan umur 21 tahun yaitu 60,356 Ton/Ha. Cadangan karbon tanaman kelapa sawit terus meningkat seiring dengan semakin bertambahnya umur tanaman. Dari data yang telah diperoleh ternyata perkebunan rakyat masih berada pada kategori yang cukup baik. 3). Perolehan nilai jasa lingkungan dari penyerapan karbon tanaman kelapa sawit umur 4 tahun sebesar US\$ 69,53 setara dengan Rp. 910.431 dan umur 21 tahun sebesar US\$ 350,06 setaradengan Rp. 4.583.748. Penelitian ini mengimplikasikan bahwa selain sumber devisa negara terbesar, penyerapan karbon semakin meningkat seiring bertambahnya umur tanaman tersebut.

*Kata kunci:* Tanaman menghasilkan, Kelapa sawit, karbon tersimpan.

## KATA PENGANTAR

Pujidansyukurkehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karuniahnya kepada penulis berhasil menyelesaikan penelitian yang berjudul “Estimasi Karbon Tersimpan Pada Beberapa Kelas Umur Tanaman Kelapa sawit (*Elaeis guineensis jacq*) di Perkebunan Rakyat Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang” disusun untuk memenuhi persyaratan dalam pengajuan fungsional dosen.

Penulis menyadari bahwa penulisan penelitian ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan. Dengan segala kerendahan hati, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna penyempurnaan penelitian ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak khususnya pada dosen biologi serta dapat menambah khasanah ilmu pengetahuan dan pendidikan.

Medan, 2017  
Penulis

Syarifah Widya Ulfa, M.Pd  
NIP. 19870512 201503 2 006

## DAFTAR ISI

	<b>Hal</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. LatarBelakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah .....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Sistematika.....	5
2.2. Sejarah Kelapa Sawit.....	6
2.2.1 Umum .....	6
2.2.2 Sejarah Kelapa Sawit di Indonesia .....	7
2.3. Bagian Tanaman .....	8
2.4. Bahan Tanaman .....	14
2.5. Kultur Jaringan .....	22
2.6. Persyaratan Umum .....	24
2.6.1 Kelas Kesesuaian Lahan.....	26
2.6.2 Lahan Gambut .....	35
2.7. Tandan Buah Segar.....	41
2.7.1 Pembentukan Buah .....	41
2.7.2 Kematangan Buah.....	43
2.7.3 Kualitas Buah .....	44
2.7.4 Neraca Massa Pengolahan .....	45
2.8. Produktivitas .....	46

2.8.1 Kelas Kesesuaian Lahan .....	46
2.9. Gas Rumah Kaca (GRK) .....	48
2.10. Dampak CO <sub>2</sub> Terhadap Lingkungan .....	50
2.11. Pengurangan Emisi CO <sub>2</sub> .....	50
2.12. Pendugaan Biomassa Dan Kandungan Karbon .....	51
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>56</b>
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....	56
3.2. Rancangan Penelitian .....	56
3.3. Bahandan Peralatan .....	56
3.4. Tahapan Penelitian .....	57
3.4.1. Pendugaan Potensi Karbon Tanaman Kelapa Sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	57
3.4.2. Pengukuran Karbon Tersimpan .....	58
3.4.3. Penyerapan Karbon Dioksida .....	58
3.4.4. Nilai Jasa Lingkungan dari Penyerapan Karbon Dioksida .....	58
3.5. Bagan Alur Penelitian .....	59
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>60</b>
4.1. Hasil Penelitian Karbon di Atas Permukaan Tanah .....	60
4.1.1. Tinggi Tanaman Kelapa Sawit .....	60
4.1.2. Biomassa Kelapa Sawit .....	61
4.1.3. Biomassa Tumbuhan Bawah .....	63
4.1.4. Hasil Pengukuran Potensi Karbon .....	66
4.1.5. Penyerapan Karbon Dioksida .....	68
4.1.6. Nilai Jasa Lingkungan Dari Penyerapan Karbon Dioksida .....	69
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
5.1. Kesimpulan .....	73
5.2. Saran .....	73
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>74</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran:

1. Perolehan Tinggi tanaman umur 4 tahun dan biomassa tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	76
2. Perolehan Tinggi tanaman umur 11 tahun dan biomassa tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	78
3. Perolehan Tinggi tanaman umur 16 tahun dan biomassa tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	80
4. Perolehan Tinggi tanaman umur 21 tahun dan biomassa tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	82
5. Rekapitulasi Biomassa Tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	84
6. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) umur 4 tahun .....	85
7. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada tanaman Kelapa Sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) umur 11 tahun .....	86
8. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) umur 16 tahun .....	87
9. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) umur 21 tahun .....	88
10.Rekapitulasi Biomassa Tumbuhan Bawah Tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	89
11.Potensi Karbon Tersimpan Tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	90
12.Penyerapan Karbon Tanaman Kelapa sawit ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) .....	91
13.Kondisi Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Umur 4 Tahun .....	92
14.Kondisi Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Umur 11 Tahun .....	93
15.Kondisi Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Umur 16 Tahun .....	94
16.Kondisi Lahan Perkebunan Kelapa Sawit Umur 21 Tahun .....	95
17.Pengukuran Lahan Pembuatan Plot Penelitian .....	96
18.Pengukuran Tinggi Tanaman .....	97
19.Penghitungan Karbon Tanaman Bawah (Gulma).....	98
20.Penimbangan dan Pengovenan Tanaman Bawah (Gulma) .....	99

## DAFTAR TABEL

<b>No.</b>	<b>Judul</b>	<b>Hal</b>
2.1.	Perkembangan Tinggi Batang Kelapa Sawit yang Normal .....	9
2.2.	Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Kelapa Sawit pada Tanah Mineral .	26
2.3.	Kriteria Kesesuaian Lahan Untuk Kelapa Sawit pada Tanah Gambut .	27
2.4.	Kelas Kesesuaian Lahan Kelapa Sawit .....	29
2.5.	Curah Hujan 5 Tahun Terakhir di Kebun X .....	30
2.6.	Perhitungan Defisit Air Tahun X di Y .....	33
2.7.	Pembagian zona Iklim Untuk Budi Daya Kelapa Sawit .....	34
2.8.	Defisit Air Tanah Kelapa Sawit .....	34
2.9.	Pengaruh Defisit Air Terhadap Pertumbuhan .....	35
2.10.	Pengaruh Defisit Air Terhadap Penurunan Produksi .....	35
2.11.	Ambang Batas Kriteria Kerusakan Lahan Gambut.....	37
2.12.	Pembentukan Buah Kelapa Sawit .....	41
2.13.	Karakteristik Buah Kelapa Sawit Tipe D x P .....	43
2.14.	Hubungan antara Kematangan dengan Rendemen Minyak dan ALB	44
2.15.	Kriteria Kematangan dan Panen Kelapa Sawit .....	45
2.16.	Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit .....	46
2.17.	Produksi TBS Rata-rata dalam satu Siklus .....	47
4.1.	Rata – rata Tinggi Tanaman Pada Tiap Kelas Umur Yang Berbeda .....	60
4.2.	Biomassa Tanaman Kelapa Sawit Pada Tiap Umur Yang Berbeda .....	61
4.3.	Rata – rata Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tiap Kelas Umur .....	63
4.4.	Rekapitulasi Jenis Gulma berdasarkan INP (Indeks Nilai Penting) .....	65
4.5.	Hasil Perolehan Pengukuran Potensi Karbon Tersimpan .....	66
4.6.	Hasil Penyerapan Karbon Dioksida .....	68
4.7.	Nilai Jasa Lingkungan.....	71



## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Hal
2.1.	Ciri Dura, Psifera dan Tenera .....	5
2.2.	Tipe Buah Kelapa Sawit .....	6
2.3.	D.F. Pryce yang memperkenalkan kelapa sawit ke Kebun Raya Bogor. pada 1848 dari Bourbon/Mauritius .....	8
2.4.	Kelapa sawit yang diintroduksi ke Kebun Raya Bogor pada tahun 1848	8
2.5.	Bentuk daun Bifurcate .....	10
2.6.	Bentuk Daun Pinate .....	10
2.7.	Filotaxy Daun Kelapa Sawit .....	11
2.8.	Tanaman Kultur Jaringan.....	23
2.9.	Gorong-gorong Baja.....	38
2.10.	Bendungan Permanen .....	38
2.11.	Parit Utama .....	39
2.12.	Parit Pengumpul.....	39
2.13.	Bendungan Konvensional .....	40
2.14.	Siklus Karbon.....	51
2.15.	Proses Fotosintesis .....	53
3.1.	Plot Besar Dengan ukuran 20 m x 60 m .....	57
3.2.	Ukuran Plot .....	57
4.1.	Rata – rata Tinggi tanaman kelapa sawit .....	61
4.2.	Rata – rata Biomassa Atas Permukaan Kelapa Sawit .....	62
4.3.	Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tiap Kelas Umur .....	64
4.4.	Hasil perolehan Pengukuran potensi Karbon Tersimpan.....	67
4.5.	Grafik hasil Penyerapan Karbon Dioksida.....	69
4.6.	Grafik Nilai Jasa Lingkungan .....	72

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Masalah kenaikan temperatur atmosfer bumi yang lebih dikenal sebagai pemanasan global (*global warming*) menjadi perhatian dan keprihatinan masyarakat dunia. Pemanasan global menyebabkan anomaly iklim, banjir dan kekeringan. Pemanasan global disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah kaca (*green house glass*) di atmosfer bumi yang melampaui konsentrasi alamiahnya.

Pemanasan global diartikan sebagai proses meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi (atmosfer, laut dan daratan). Dampak dari pemanasan global telah menyebabkan global telah menyebabkan terjadinya perubahan iklim yang ekstrim, misalnya : sering terjadi banjir karena curah hujan yang terlalu tinggi, kekeringan berkepanjangan karena musim kemarau yang panjang dan suhu permukaan bumi yang semakin panas.

Gas CO<sub>2</sub> sebagai salah satu penyusun GRK (Gas Rumah Kaca) terbesar di udara mampu diserap oleh tanaman melalui proses fotosintesis dan diubah menjadi C-organik dalam bentuk biomassa (Hairiah dan Rahayu 2011). Informasi tentang kandungan karbon suatu vegetasi atau tegakan hutan dapat diperoleh dengan menduga biomassa vegetasi tersebut. Menurut Brown (1997) hampir 50% dari biomassa suatu vegetasi hutan tersusun atas unsur karbon. Oleh karena itu, perlu diketahui teknik pendugaan biomassa.

Data *IPPC (Intergovernmental Panel on Climated Change)* menyebutkan bahwa selama 1990-2005 telah terjadi peningkatan suhu merata di seluruh bumi, antara 0,15° sampai 3°C. Apabila hal ini terjadi secara terus-menerus dan tidak ada upaya untuk mengurangi dampak perubahan iklim tersebut diperkirakan pada tahun 2040 lapisan es di kutub-kutub bumi akan habis meleleh.

Konversi atau alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan dan hutan tanaman industri dewasa ini berkembang sangat pesat, terutama konversi menjadi lahan untuk perkebunan kelapa sawit. Banyak perusahaan

perkebunan kelapa sawit untuk memanfaatkan lahannya untuk areal tanaman kelapa sawit, areal tanaman kelapa sawit dan pabrik kelapa sawit.

Perkebunan mempunyai kedudukan yang penting di dalam pengembangan pertanian baik dalam tingkat nasional maupun pada tingkat regional. Peluang pengembangan tanaman perkebunan semakin memberi kan harapan, hal ini berkaitan dengan semakin kuatnya dukungan pemerintah terhadap usaha perkebunan rakyat, tumbuhnya berbagai industri yang membutuhkan bahan baku dari hasil perkebunan(Wiwik, 2014).

Berdasarkan statistik komoditas kelapa sawit terbitan Ditjen Perkebunan, pada Tahun 2014 luas areal kelapa sawit mencapai 10,9 juta Ha dengan produksi 29,3 juta ton CPO. Luas areal menurut status pengusahaannya milik rakyat (Perkebunan Rakyat) seluas 4,55 juta Ha atau 41,55 % dari total luas areal, milik negara (PTPN) seluas 0,75 juta Ha atau 6,83 % dari total luas areal, milik swasta seluas 5,66 juta Ha atau 51,62 %.

Penggunaan dan perubahan tutupan lahan terutama deforestasi dan degradasi hutan yang terjadi di daerah tropis, memiliki kontribusi yang signifikan (hingga 25 %) dengan jumlah total CO<sub>2</sub> dan emisi gas rumah kaca lainnya disebabkan oleh aktifitas manusia (Fearnside, 2000; Fearnside and Laurance, 2004; Karakaya, 2005). Disamping itu perluasan perkebunan kelapa sawit, terutama bila mengkonversi hutan primer, berpotensi menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca (Nasution, 2013).

Dalam proses fotosintesis, kelapa sawit akan menyerap CO<sub>2</sub> dari udara dan akan melepas O<sub>2</sub> ke udara. Proses ini akan terus berlangsung selama pertumbuhan dan perkembangannya masih berjalan. Umur kelapa sawit dapat mencapai lebih dari 25 tahun dengan pengelolaan yang baik. Berdasarkan data Direktorat Jendral Perkebunan (2006), perkebunan kelapa sawit di Indonesia mampu menyerap CO<sub>2</sub> sebanyak 430 juta ton.

Kelapa sawit mampu menyimpan lebih dari 80 ton C/ha. Akan tetapi, jumlah tersebut dicapai setelah 10-15 tahun pertumbuhan sehingga jumlah karbon rata-rata waktu yang ditambat oleh tanaman kelapa sawit sekitar 60.4 ton/ha atau rata-rata sekitar 2,44 ton C/ha/tahun dan ekuivalen dengan 8,95 ton CO<sub>2</sub> ha/tahun (Masripatin, 2010)

Jurnal Pendugaan Cadangan Karbon Above Ground Biomass (AGB) Pada Tegakan Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) oleh Rahmawaty (2012) mengemukakan bahwa di Sumatra Utara khususnya di Kabupaten Langkat memiliki potensi yang sangat besar terutama perkebunan kelapa sawit. Peran perkebunan kelapa sawit sebagai penyerap CO<sub>2</sub>, hasil proses fotosintesis ini jauh lebih besar daripada respirasi. Akibatnya oksigen yang dihasilkan secara netto besar. Semakin cepat tanaman kelapa sawit bertumbuh semakin besar pula oksigen yang dihasilkan persatuan waktu. Semakin luas perkebunan kelapa sawit yang bertumbuh dan memproduksi semakin besar pula oksigen yang dihasilkan persatuan waktu dan ruang.

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Mengacu pada uraian latar belakang terdahulu, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan dalam pengembangan kelapa sawit, diantaranya: 1). Pengembangan Kelapa Sawit berpotensi merusak kelestarian alam. Peneliti Sawit Watch, Roland S mengatakan, Indonesia menjadi negara dengan perkebunan kelapa sawit terluas di dunia dengan luas lahan 14,3 juta hektar saat ini. Namun perkebunan kelapa sawit ini sebagian besar dilakukan dengan mengkonversi kawasan hutan alam dan ekosistem gambut (BUMN, 2015). 2). Berdasarkan publikasi BUMN (2015) bahwa Dampak lingkungan yang ditimbulkan dari ekspansi perkebunan sawit skala besar yaitu rusaknya keanekaragaman hayati, peningkatan emisi gas rumah kaca, deforestasi yang pasif, penipisan nutrisi tanah, kekeringan dan polusi air. "Kerusakan hutan ini mengakibatkan bencana lingkungan, baik banjir maupun kekeringan dan kebakaran,". Ujar Watch, Roland S.

## **1.3 Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah diatas maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapakah Estimasi karbon tersimpan pada beberapa kelas umur tanaman kelapa sawit di perkebunan rakyat Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur Estimasi karbon tersimpan pada beberapa kalas umur tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di perkebunan rakyat Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan sebagai sumber informasi, wawasan dan referensi untuk dosen, mahasiswa dan peneliti yang akan meneliti lebih lanjut tentang Estimasi Karbon Pada Tanaman Kelapa Sawit.

Sedangkan secara praktis penelitian ini diharapkan berguna bagi para praktisi yang bergerak pada bidang tanaman kelapa sawit.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Sistematika

Sistematika kelapa sawit adalah :

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angioepermae
Classis	: Monocotyledone
Ordo	: Palmales
Familia	: Palmaceae
Genus	: Elaeis
Species	: <i>E. Guineensis</i>
Nama Ilmiah	: <i>Elaeis guineensis</i> Jacq.

Menurut bentuk/irisan melintang buahnya, kelapa sawit dapat dibedakan menjadi 3, yaitu Dura, Pisifera dan Tenera dengan deskripsi/ciri-ciri berikut ini:



Gambar2.1 Ciri Dura, Pisifera dan Tenera

Ciri – cirinya	Dura	Pisifera	Tenera
Ketebalan cangkang (mm)	2 – 5 mm	Tidak ada	1 – 2,5 mm
% cangkang/buah	20 – 50 %	-	3 – 20 %
% mesocarp/buah	20 – 65 %	92 – 97 %	60 – 90 %
% Inti/buah	4 – 20 %	3 – 8 %	3 – 15%
Kadar minyak	rendah	tinggi	sedang

Dura dan Pisifera menjadi induk di Kebun Seed Garden dipersilangkan untuk memproduksi bahan tanam D x P (Tenera). Kopensasi mesocarp yang sangat tinggi terdapat pada Pisifera yaitu 92-97%, tetapi kelemahan Pisifera adalah persentase aborsinya tinggi sehingga tidak dapat ditanam secara komersil

tetapi menjadi tetua jantan yang serbuk sarinya diproses dan disilangkan dengan Dura.

Menurut warna kulit buah (exocarp) yang disebut tipe buah terdapat tipe-tipe.



Gambar 2.2 Tipe buah kelapa sawit

Nigrescens	:	Buah mentahnya berwarna tua – hitam
Rubo nigrescens	:	Buah masak jingga kemerah – merahan warna cokelat bagian ujung, dengan kadar karoten tinggi.
Virescens	:	Buah mentah berwarna hijau, masak jingga kemerah – merahan, ujung sedikit kehijauan, dan tidak ada anthocyanin
Albescens	:	Buah Masak kuning pucat, tidak ada karoten, tipe ini jarang ditemukan.

## 2.2. Sejarah Kelapa Sawit

### 2.2.1 Umum

- Nama latin kelapa sawit adalah *Elaeis guinenensis* Jacq.
  - Asal kata Elaion :Minyak
  - Guineensis :Guinea, Afrika
  - Jacq :Jacquin (ahli botani yg menemukan pada tahun 1873), oleh sebab itu *Elaeis guinenensis* Jacq sering disebut Kelapa Sawit Afrika.

- Secara komersial kelapa sawit ditanam di Afrika, Amerika Selatan, Asia Tenggara dan Pasific Selatan.
- Cook (1942) mengemukakan bahwa origin/daerah asalnya adalah dari Brazil. Pendapat ini didasarkan karena adanya spesies *Elaeis oleifera* dan *Elaeis odora* (*Barcella odora*) yang tumbuh secara alami di Amerika Selatan. *Elaeis oleifera* juga disebut kelapa sawit Amerika (Cortes). Spesies *Elaeis odora* mempunyai bunga bisex (Bunga jantan dan bunga betina pada tandan yang sama).

### 2.2.2 Sejarah kelapa sawit di Indonesia

Kelapa sawit adalah tanaman yang berasal dari hutan tropis di Afrika Barat. Pada awalnya, produk utama kelapa sawit adalah inti sawit. Untuk mendapatkan inti sawit buah direbus untuk memudahkan pengulitan. Pada saat perebusan, minyak yang ada pada serabut sawit terestrak keluar dan dikutip untuk minyak badan. Inti sawit dibawa keluar dari Afrika semasa perdagangan budak (1562-1807) sebagai bahan makanan. Pada 1588-1590 inti sawit sudah diperdagangkan di Inggris (Hartley 1977, Moll 1987).

Kelapa sawit masuk ke Indonesia pada tahun 1884, empat benih Kelapa sawit dua dari Bourbon dan dua dari Amsterdam ditanam dan tumbuh baik di Kebun Raya Bogor. Rutgers et al (1922) mensinyalir bahwa keempat benih tersebut mempunyai asal yang sama. Pada 1858, 146 benih dari Kebun Raya Bogor didistribusikan ke Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara. Pada 1875 percobaan pengembangan telah didirikan di Deli dan pada tahun 1878 di Bogor. Pada 1911 perkebunan kelapa sawit komersional yang pertama didirikan di Pulau Raja (Asahan) dan Sungai Liput (Aceh). Pada 1916 AVROS lembaga penelitian tanaman perkebunan didirikan di Medan oleh Asosiasi Perusahaan Perkebunan di Sumatera Timur. Pada tahun 1922 pabrik kelapa sawit pertama dibangun di Tanah Itam Ulu – Sumatera Utara. Pada tahun 1977 pabrik oleokimia pertama dibangun di Tangerang dan pola PIR pertama diintroduksi di Tebenan Sumatera Selatan dan Alue Merah – Aceh.



Pada awal pengembangan, kelapa sawit yang ditanam adalah sejenis Dura yang induknya berasal dari Bogor dan dikembangkan di Daerah Deli sehingga dikenal dengan nama Deli Dura. Sejak tahun 1920-an diintroduksi plasma nutfah dari jenis Tenera, Pesifera dan juga oleifera serta Dumpy yaitu mutan dari Deli Dura.



Gambar 2.3. D.F. Pryce yang mengintroduksi kelapa sawit ke Kebun Raya Bogor pada 1848 dari Bourbon/Mauritius  
(Sumber: reproduksi dari Hunger et al. 1924)



Gambar 2.4 Kelapa sawit yang diintroduksi ke Kebun Raya Bogor pada tahun 1848  
(Sumber: Foto RY Purba, reproduksi dari Lubis, 1992)

### 2.3. Bagian Tanaman

#### a. Akar (Radix)

- Tumbuhan monokotil, berakar serabut
- Akar pertama yang muncul dari biji yang berkecambah disebut Radikula (Bakal Akar)
- Perkembangan akar : Primer (diameter 5-10 mm), Sekunder (2-4 mm), Tertier (1-2 mm) dan Kuarter (0,1 – 0,3 mm)
- Akar primer akan tumbuh ke bawah sampai kedalaman 1,5 m, pertumbuhan kesamping akar sampai  $\pm 6$  m dari pangkal batang.
- Jumlah terbanyak terdapat pada jarak 2-2,5 meter dari pohon dan pada kedalaman 20-50 cm.

- Akar yang paling aktif menyerap air dan unsur hara adalah akar tertier dan kuarter yang berada pada kedalaman 0-60 cm dan jarak 2-2,5 m dari pangkal pohon.

(Gambar akar)

b. Batang (Caulis)

- Tanaman kelapa sawit berbatang lurus dan tidak bercabang
- Bakal batang yang keluar dari biji kelapa sawit disebut Plumula
- Pada tanaman dewasa diameternya 50-60 cm, bagian bawah batang biasanya lebih gemuk yang disebut bonggol dengan diameter 60-100 cm
- Sampai berumur tiga tahun batang belum terlihat, kemudian batang mulai meninggi dengan kecepatan 35-80 cm/thn
- Bahan tanaman yang lambat pertumbuhannya ( $< 50$  cm/thn) adalah persilangan D x P atau Dumpy yang memberikan hal positif yaitu batangnya pendek sehingga mempermudah panen.

(Batang dgn filotaxy pelepah)

Tabel 2.1 Perkembangan tinggi batang kelapa sawit yang normal

Umur (Thn)	Tinggi (m)	Umur (Thn)	Tinggi (m)	Umur (Thn)	Tinggi (m)
3	1.6	11	7.5	19	11.5
4	2.2	12	8.4	20	11.9
5	2.6	13	8.9	21	12.2
6	3.8	14	9.8	22	12.4
7	4.5	15	10	23	14
8	5.4	16	10.5	24	13.3
9	5.7	17	11	25	14
10	6.7	18	11.3		

c. Daun (Folium)

1) Bagian-bagian daun

- Daun kelapa sawit berupa daun tunggal dengan susunan tulang daun menyirip
- Bagian-bagian daun

- a) Rachis, tulang utama anak daun, bagian bawah menempel pada batang
- b) Pinnae, anak daun berderet disisi kiri dan kanan rachis, berjumlah 200-400 helai panjang anak daun tanaman dewasa  $\pm 120$  cm.
- c) Helai anak daun dengan tulang anak daun disebut Midrib atau Lidi

## 2) Tahap perkembangan

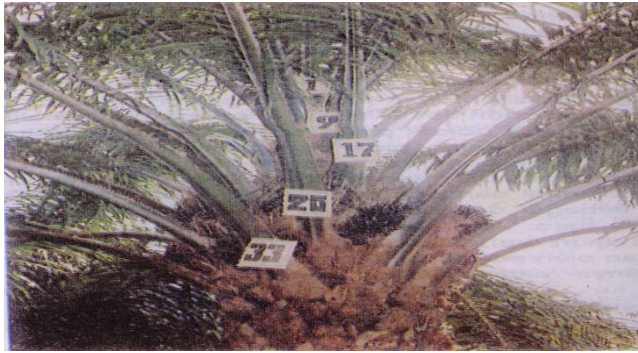
- Lanceolate : daun awal berupa helaian daun yang utuh
- Bifurcate : bentuk daun dengan helaian daun sudah pecah tetapi bagian ujung belum membuka
- Pinnate : bentuk daun dengan helaian yang sudah membuka sempurna



Gambar 2.5 Bentuk daun Bifurcate    Gambar 2.6 Bentuk daun pinnate

## 3) Pilotaxy/Kedudukan daun

Rumus menurut deret Fibonacci adalah  $\frac{3}{8}$  artinya pada setiap 3 putaran terdapat 8 daun/pelepah. Jumlah daun pada tanaman muda 24-30 dan pada tanaman tua adalah 18-24 daun/pelepah. Jumlah daun yang dipertahankan ditajuk tanaman pada tanaman muda adalah 56 dan pada tanaman tua adalah 48 daun.



Gambar 2.7 Filotaxy daun kelapa sawit

#### 4) Indeks Luas Daun (ILD)

Indeks luas daun digunakan untuk mengetahui kondisi pertumbuhan tanaman ideal sehingga tanaman mampu memproduksi dengan baik. Daun merupakan organ tempat berlangsungnya fotosintesis.

#### d. Bunga (Flos)

- Berumah satu (monoceous) dalam satu pohon terdapat bunga jantan dan betina dengan rangkaian yang terpisah
- Bunga mulai muncul pada umur tanaman 18-24 bulan
- Diferensiasi sex  $\pm$  20 bulan sebelum bunga muncul
- Bunga Betina

Tersusun dalam tandan dengan panjang 24-25 cm. Berisi beberapa ribu bunga betina yang muncul pada Spiklet yang berduri. Terbungkus dalam seludang. Jumlah spiklet 100-200 buah, tiap spiklet terdapat 15-20 bunga. Masa reseptif/siap diserbuki ditandai adanya nectar/madu. Jumlah buah/tandan adalah 600-1000 buah

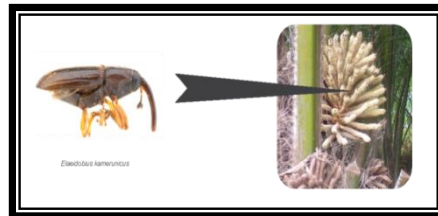


- Bunga Jantan

Tersusun dari Spiklet 100-250 buah, panjang Spiklet 12-20 cm. tiap Spiklet terdiri dari 500-1500 kuntum Bunga

Satu tandan bunga jantan menghasilkan 20-50g polen/serbuk sari masa masak bunga jantan berlangsung 2-3 hari

Salah satu serangga penyerbuk kelapa sawit adalah *Elaeidobius kamerunicus*.



Penyerbukan dan Sex Rasio

Cara penyerbukannya adalah silang yang dikarenakan pada setiap pohon hanya ada 1 rangkaian bunga yang matang (setiap diserbuki/menyerbuki).

Sex rasio adalah perbandingan =

$$\frac{\text{jumlah tandan betina}}{\text{tandan bunga jantan} + \text{betina}} \times 100\%$$

Pada umur 3-5 tahun sex rasio 75-95% kemudian setelah itu menurun sampai 50%. Pada awal pembungaan tersebut serbuk sari yang dihasilkan masih sedikit sehingga sebelum dilepas serangga penyerbukan dilakukan polinasi bantuan.

#### e. Buah (Fructus)

- Buah kelapa sawit tersusun dalam satu tandan. Diperlukan waktu 5,5-6,0 bulan dari saat penyerbukan sampai matang panen. Dalam 1 rangkaian terdapat  $\pm$  1800 buah yang terdiri dari buah luar, buah tengah dan buah dalam yang ukurannya kecil karena posisi yang terjepit mengakibatkan tidak dapat berkembang dengan baik. Berat satu buah bervariasi 15-30 g, panjang 3-5 cm. buah matang yang lepas dari tandan disebut brondolan.
- Buah kelapa sawit adalah buah batu (drupa) yang tidak bertangkai (sessile).
- Bagian-bagian buah  
Eksocarp : Kulit

Mesocarp : Sabut/daging buah

Endocarp : Tempurung/cangkang

- Kernel yang dibungkus dengan testa (kulit biji)

Biji terdiri dari cangkang, embryo, endosperm yang menjadi cadangan makanan pada waktu pertumbuhan biji. Embryo terdiri dari bakal batang (Plumula) dan bakal akar (Radikula). Embryo panjangnya 3 mm dan berdiameter 2 mm kecuali dari biji sewaktu tumbuh (melalui gempore).

- Perkembangan jumlah dan berat tandan adalah:

Umur/Kg	Jumlah Tandan/Bh/Thn Yang Dipanen	Besar Kg / Tandan
3 – 8	15-25	3.5 - 13
8 – 16	10 - 15	14 - 24
> 16	4 - 8	25 - 30

#### Kematangan Buah

Karena buah kelapa sawit akan diestrasek untuk menghasilkan minyak sawit mentak (MSM/CPO) di Pabrik Kelapa Sawit (PKS) maka perlu diperhatikan tingkat kematangan panen. Kematangan panen kelapa sawit di nyatakan dalam fraksi yaitu:

Fraksi	Derajat	% jumlah brondolan
00	Sangat Mentah	Tidak ada, Buah masih muda
0	Mentah	1- 22,5%
1	Kurang Matang	12-25%
2	Matang I	25-50%
3	Matang II	50-75%
4	Lewat Matang I	75-100%
5	Lewat Matang II	Buah dalam ikut membrondol
6	Tandan Kosong	Semua buah membrondol

Tingkat kematangan yang baik adalah pada fraksi 2 dan 3

Komposisi panen yang baik :

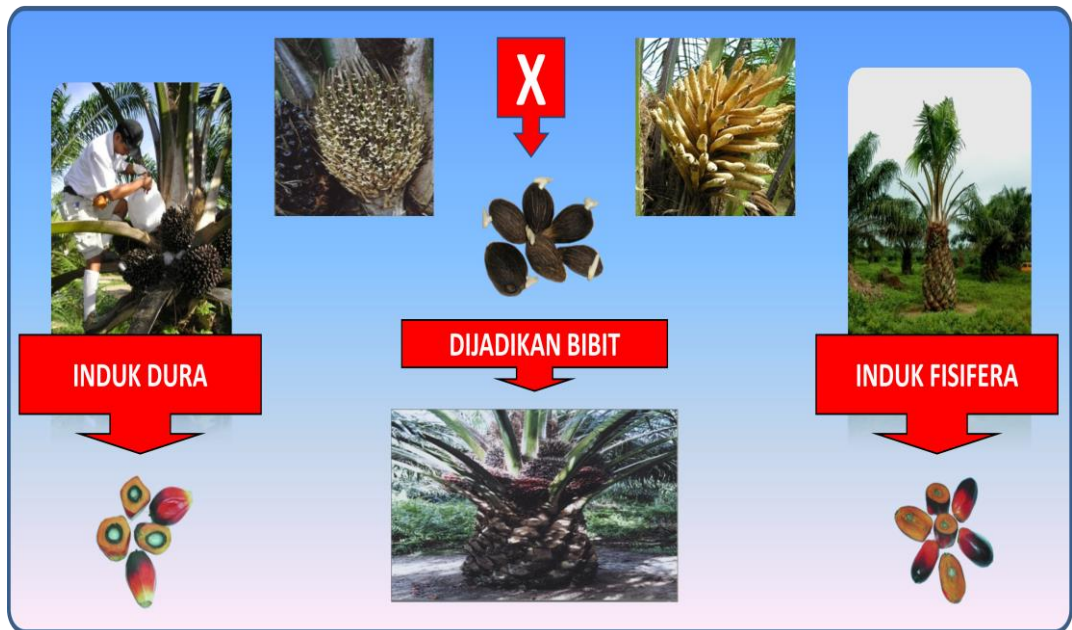
Fraksi 2+3+4	= 89%
Fraksi 1	= 15%
Fraksi 5	= 5%

## 2.4. Bahan Tanaman

### a. Perbanyak Generatif/Biji

Perbanyak generatif dengan cara penyerbukan buatan yang dilakukan dikebun induk atau seed garden

- Pohon ibu terpilih(Dura) dilakukan penyungkupan bunga betina dengan kanvas/kantong khusus.
- Pada saat bunga betina reseptif dilakukan penyerbukan dengan penyemprotan serbuk sari yang telah dipersiapkan dari tetua jantan/bapak yaitu Pisifera
- Setelah penyerbukan selesai( $\pm$  1 minggu) maka sungkup dibuka, buah dibiarkan membesar dan akan dipanen 5-5,5 bulan setelah penyerbukan bijinya menjadi bahan tanam



### b. Produsen Biji/Kecambah

PPKS terus melakukan program pengembangan untuk memproduksi bahan tanam unggul. Beberapa diantaranya yang telah direlease untuk umum adalah :

#### 1) Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan

**D x P PPKS 540 (*High mesocarp*)**

- Rerata produksi: 28,1 ton TBS/ha/thn
- Rendemen minyak: 27,4%





- Produksi CPO: 8,1 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah: 5,3 %
- Pertumbuhan meninggi: 72 cm/tahun

#### **D x P PPKS 718 (*Big bunch*)**

- Rerata produksi: 26,5 ton TBS/ha/tahun
- Rendemen minyak: 23,9%
- Produksi CPO : 6,9 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah : 8,7 %
- Pertumbuhan meninggi : 75 cm/tahun



#### **D x P PPKS 239 (*High CPO & PKO*)**

- Rerata produksi: 32 ton TBS/ha/tahun
- Rendemen minyak: 25,8%
- Produksi CPO: 8,4 ton/ha/tahun
- Produksi PKO: 1,3 ton/ha
- Rasio inti/buah: 8,9 %
- Pertumbuhan meninggi: 62,5 cm/tahun



#### **D x P Simalungun**

- Rerata produksi: 28,4 ton TBS/ha/thn
- Rendemen minyak: 26,5%
- Produksi CPO: 7,53 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah: 9,2 %
- Pertumbuhan meninggi : 75-80 cm/thn
- Harga: Rp. 7.500,-



#### **D x P Langkat**

- Rerata produksi: 27,5 ton TBS/ha/thn
- Rendemen minyak: 26,3%
- Produksi CPO: 7,23 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah: 9,3 %





- Pertumbuhan meninggi: 60-70 cm/thn
- Harga: Rp. 7.500,-

#### **D x P Sungai Pancur (Dumpy)**

- Rerata produksi: 25-28 ton TBS/ha/thn
- Rendemen minyak: 23-26%
- Produksi CPO: 6,5-7,3 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah : 6,5 %
- Pertumbuhan meninggi: 40-55 cm/thn
- Harga: Rp. 7.500,-



#### **D x P Avros**

- Rerata produksi: 24-27 ton TBS/ha/thn
- Rendemen minyak: 23-26%
- Produksi CPO: 5,5-7 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah: 6,6 %
- Pertumbuhan meninggi: 60-80 cm/thn
- Harga: Rp. 7.500,-



**DxP BAH JAMBI**  
 TBS = 32 ton/ha  
 CPO = 7,4 ton/ha  
 PKO = 0,62 ton/ha

DxP BAH Jambi (Dumpy) (Dumpy)  
 (02) 744 0143 B. Jambi 02013 82 100 0000 74 0000 84 0000 0000  
 000 00 00 000 0000 0000 0000 0000 0000 0000

**DxP D. SINUMBAH**  
 TBS = 32 ton/ha  
 CPO = 7,6 ton/ha  
 PKO = 0,49 ton/ha

D P Dolok Sinumbah  
 (003-33-1480) 000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000 0000  
 MA 010 S

## 2) PT. London Sumatra Indonesia Tbk

Pusat riset PT.PP. London Sumatra adalah Bah Lias Research Station(BLRS)yang saat ini namanya berubah menjadi SUMBIO. Beberapa persilangan dari BLRS adalah:

### Varietas

1. D x P Bah Lias 1
2. D x P Bah Lias 2
3. D x P Bah Lias 3
4. D x P Bah Lias 4



### Spesifikasi

- Potensi produktifitas tandan buah segar sawit mencapai 36 ton/Ha/Tahun
- Potensi minyak Crude Palm Oil (CPO) dan Palm Kernel Oil (PKO) mencapai 10 ton/ha/tahun Rendemen industri CPO mencapai 24,3 persen.

## 3) PT. Socfin Indonesia

PT Socfindo berfokus hanya pada 2 bahan tanam yaitu D x P Y(yangambi) dan D x P L (lame). Deskripsinya adalah :

### D x P Yangambi

#### Spesifikasi

- Rata-rata produksi TBS : 28 - 32 ton/ha/tahun dengan potensi produksi komersial : 40 ton/ha/tahun (\*)
- Rata-rata ekstraksi minyak kelapa sawit (CPO) > 26% dan minyak kernel kelapa sawit (PKO) 4.2%
- Rata-rata produksi MKS (CPO) : 7 - 9 ton/ha/tahun dan total *palm product* mencapai 10 ton/ha/tahun (\*\*)
- Tenera > 99,9%
- Panen perdana pada umur 24 bulan setelah tanam : 14 - 20 ton/ha/tahun (\*)
- Laju pertumbuhan meninggi yang lambat : 50 cm/tahun
- Pertumbuhan yang homogen
- Daya adaptasi luas : sesuai ditanam di berbagai iklim kering maupun basah

- Resisten terhadap penyakit layu *Fusarium* dan toleran terhadap penyakit tajuk (*crown disease*)
- Responsif terhadap pertumbuhan
- *Iodine value* > 55%  
RBD *Olein* > 76.92%  
Kadar  $\beta$  *carotene* > 500 ppm
- Harga Rp 10.000,-



#### **D x P LaMe**

##### **Spesifikasi**

- Rerata produksi: 28-32ton TBS/ha/tahun
- Rendemen minyak: 23-26%
- Produksi CPO: 5,9-7 ton/ha/tahun
- Rasio inti/buah: 6,9 %
- Pertumbuhan meninggi: 50-70 cm/tahun



#### **4) PT. Dami Mas Sejahtera**

Bahan tanam yang diproduksi PT.Dami Mas Sejahtera adalah:

- D x P Dami Mas 1
- D x P Dami Mas 2
- D x P Dami Mas 3
- D x P Dami Mas 4
- D x P Dami Mas 5

### **Spesifikasi**

- Rata-rata hasil panen (umur 3-8 tahun) >26 ton TBS/hektar; pada kondisi baik dapat mencapai 36 ton TBS/hektar
- Nilai ekstraksi minyak > 24%
- Nilai ekstraksi minyak kernel > 6%
- Total produksi minyak > 9 ton/hektar
- Probabilitas yang rendah terhadap kemunculan chimera dan penyakit tajuk di pembibitan dan lapangan
- Adaptif pada berbagai kondisi lingkungan
- Kerapatan tanam adalah 136 pohon/hektar untuk menghasilkan produksi maksimum
- Tingkat kontaminasi Dura di lapangan <0.1%



### **5) PT. Tunggal Yunus Estate (Asian Agri Group)**

Bahan tanam(varietas) yang diproduksi oleh Asian Agri Group adalah:

- D x P Topaz 1
- D x P Topaz 2

- D x P Topaz 3
- D x P Topaz 4

### Spesifikasi

- Mampu beradaptasi dengan baik pada lahan gambut
- Produksi TBS yang tinggi mulai panen pertama (29 bulan setelah tanam)
- Pertumbuhan meninggi yang lambat



### 6) PT Sarana Inti Pratama (SAIN)

Varietas yang dihasilkan oleh PT. SAIN adalah:

1. D x P Sarana Inti 1
2. D x P Sarana Inti 1
3. D x P Sarana Inti 1
4. D x P Sarana Inti 1

### Spesifikasi

- Rendemen minyak total (TOER) +/- 28,7%
- Rendemen CPO +/- 26 %
- Pertumbuhan meninggi yang relatif baik 62,8 cm/tahun

Varietas ini toleran ditanam pada lahan-lahan yang mengalami cekaman kekeringan atau yang jumlah curah hujan dan hari hujannya sedikit.



#### 7) PT. Tania Selatan (Wilmar International)

Varietas yang dihasilkan oleh PT.Tania Selatan adalah:

- D x P Tania Selatan 1
- D x P Tania Selatan 2
- D x P Tania Selatan 3

##### Spesifikasi

- Memiliki potensi produksi di atas 30 ton yang bisa diraih di daerah marginal
- Potensi rendemen minyak hingga 28 %.
- Pertambahan tinggi 68 cm/tahun.



#### 8) PT. Bakti Tani Nusantara

**D x P Tani Nusantara (TN 1)**

##### Spesifikasi

- Potensi produksi 30 ton/ha/tahun
- Rendemen CPO 30,7 %.
- Tandan per pohon diperkirakan dapat mencapai 20 tandan/pohon/tahun
- mampu beradaptasi baik pada lahan Klas III



- Kecepatan pertumbuhan meninggi 45,2 cm/tahun dan panjang pelepah 6,3 m (umur 8 th).
- Tinggi tanaman 3,4 m (umur 8 th)
- Rerata produktivitas TBS (TM 1 – TM 4) 24,5 ton/ha/thn.

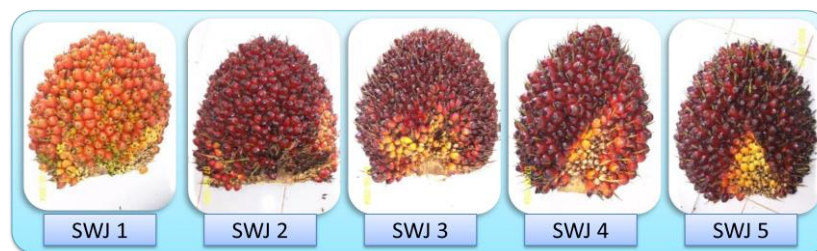
#### 9) **PT.Bina Sawit Makmur (Sampoerna Agro)**

Varietas yang dihasilkan oleh PT. Sampoerna Agro adalah:

1. D x P Sriwijaya 1
2. D x P Sriwijaya 2
3. D x P Sriwijaya 3
4. D x P Sriwijaya 4
5. D x P Sriwijaya 5
6. D x P Sriwijaya 6

#### **Spesifikasi**

- Potensi produktivitas tandan buah segar sawit mencapai 35 ton per hektar per tahun.
- Lebih adaptif di lahan kering
- Pertumbuhan tinggi lambat



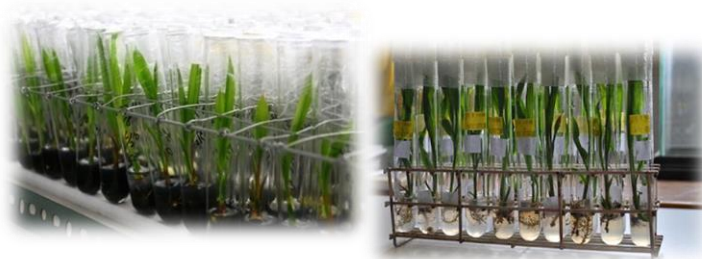
### **2.5. Kultur Jaringan**

Kultur jaringan ialah suatu metode untuk mengisolasi bagian – bagian tanaman seperti sel, jaringan atau organ serta menumbuhkannya secara aseptis didalam atau diatas suatu medium budidaya sehingga bagian – bagian tanaman tersebut dapat memperbanyak diri dan bergenerasi menjadi tanaman lengkap kembali. Prinsip kultur jaringan terdapat pada teori sel yang dikemukakan oleh dua ahli biologi dari Jerman. M.J Scheleiden dan T.Schwann. Secara implisit teori tersebut menyatakan bahwa sel tumbuhan bersifat autonom atau mempunyai

sifat totipotensi. Sel bersifat autonom artinya dapat mengatur rumah tangganya sendiri, disini yang dimaksud adalah dapat melakukan metabolisme, tumbuh dan berkembang secara independen jika diinduksikan dari jaringan induknya.

Menurut Suryowintono (1991), kultur jaringan dalam bahasa asing disebut sebagai tissue culture. Kultur adalah budidaya dan jaringan adalah sekelompok sel yang mempunyai bentuk dan fungsi yang sama. Jadi kultur jaringan berarti membudidayakan suatu jaringan tanaman menjadi tanaman kecil yang mempunyai sifat induknya.

Teknik kultur jaringan sebenarnya sangat sederhana, yaitu suatu sel atau irisan jaringan tanaman yang sering disebut eksplan secara aseptik diletakkan dan dipelihara dalam medium padat atau cair yang cocok dalam keadaan steril. Dengan cara demikian sebagian sel pada permukaan irisan tersebut akan mengalami proliferasi dan membentuk kalus. Apabila kalus yang terbentuk dipindahkan ke dalam medium diferensiasi yang cocok, maka akan terbentuk tanaman kecil yang lengkap dengan akar dan disebut plantlet. Dengan teknik kultur jaringan ini hanya dari satu irisan kecil suatu jaringan tanaman dapat dihasilkan kalus yang dapat menjadi plantlet.



Gambar. 2.8 Tanaman Kultur Jaringan

Manfaat dari kultur jaringan :

1. Kultur jaringan menghasilkan benih yang memiliki sifat yang serupa dengan induknya
2. Melestarikan sifat induknya
3. Menghasilkan tanaman yang bebas virus
4. Kultur jaringan dapat dijadikan sarana plasma nutfah



5. Kultur jaringan menciptakan varietas baru untuk melalui rekayasa genetika
6. Dapat diperbanyak dengan jumlah besar
7. Kesehatan dan mutu bibit lebih terjamin
8. Proses kultur jaringan tidak tergantung waktu, musim dan iklim

Sedangkan kelemahan dari kultur jaringan dimana bibit hasil kultur jaringan memerlukan aklimitasi, karena terbiasa dalam kondisi lembab dan aseptik.

## 2.6 Persyaratan Umum

Setiap tanaman menghendaki syarat tumbuh tertentu sesuai dengan asal/origin tanaman tersebut yang meliputi letak tempat, kondisi iklim dan sifat-sifat tanah.

### 1. Letak tempat

Letak tempat di bumi berhubungan erat dengan karakter iklim dan juga tanah yang terbentuk. Tanaman kelapa sawit yang dibudidayakan saat ini adalah *Elaeis guineensis* Jacq yang berasal dari Afrika Barat sebagai tanaman tropis.

Spesifikasi letak tempat yang sesuai adalah

- Letak lintang 0-12° Lintang Utara/Lintang Selatan
- Ketinggian 0-500 m di atas permukaan laut.

### 2. Iklim

Unsur-unsur iklim yang dipersyaratkan juga berkaitan dengan origin tanaman tersebut. Beberapa persyaratannya adalah:

- Curah hujan 1250-3000 mm/th, optimum 1750-2500 mm/th
- Bulan kering < 3
- Suhu 18° – 32° C, optimum 24 – 28 C
- Kelembaban 80%
- Penyinaran matahari 5-7 jam/hari, optimum 6 jam/hari.

Faktor iklim bersifat Given atau tidak dapat diubah/dikendalikan manusia sehingga harus lebih diperhatikan.

### 3. Tanah

Sebagai media tumbuh tanah harus mampu mendukung pertumbuhan tanaman sesuai dengan bentuk/morfologi tanaman. Sifat-sifat tersebut adalah : sifat fisik/kimia dan biologi.

#### ➤ Sifat fisik

- Tebal solum > 80 cm
- Tekstur tanah ringan dengan berkomposisi pasir 20-60%, debu 10-40% dan liat 20-50%
- Struktur tanah baik
- Konsistensi gembur sampai agak teguh
- Permeabilitas sedang

#### ➤ Sifat kimia

- pH 5-6
- Daya tukar Mg 0.4-1 ml/100g
- Daya tukar K 0.15-0.20 ml/100g
- C/N 10 dengan nilai C 1% dan nilai N 0.1%

#### Kelemahan

Sifat-sifat kimia tanah relative dapat diperbaharui melalui input pemupukan

#### ➤ Sifat Biologi

Sifat biologi secara umum seperti populasi nematoda, kecukupan bahan organik masih belum menjadi fokus pembicaraan dalam syarat tumbuh kelapa sawit.

Konsekuensi dari keterbatasan syarat-syarat ini mengakibatkan terjadi peningkatan biaya investasi maupun pemeliharaan tanaman.

Kelas tanah berdasarkan kesuburannya adalah

- Subur : Eutric tropofluent / alluvial coklat
- Agak subur : Aquic hapludant / andisol coklat  
Typic distropept / latosol coklat, coklat merah.  
: Aeric tropaquept/gley humus  
Typic hapludunt/podsolic merah kuning
- Kurang subur : Typic ochraqoult/hidromorf kelabu

- Rendah : Typic tropopsamment/regosol coklat  
Typic paleudult/podsuil kuning  
Typic paleuquilt/hidromorf kelabu  
Fluvaquentic troposaprist/organosol

### 2.6.1 Kelas Kesesuaian Lahan

Dari beberapa syarat tumbuh yang sangat kompleks tersebut maka PPKS melakukan pengelompokan dan penyederhanaan dengan memprioritaskan factor-faktor utama dan menyusun menjadi pedoman klasifikasi kelas kesesuaian lahan.

Klasifikasinya adalah:

S : Suitable (cocok) yang terdiri dari S1 (sangat sesuai), S2 (sesuai), S3 (agak sesuai), S4 (kurang sesuai).

N : Nonsuitable (Tidak sesuai) yang terdiri dari N1 : Tidak sesuai bersyarat,

N2 : tidak sesuai permanen.

Kriterianya adalah pada :

Tabel 2.2 Kriteria kesesuaian lahan untuk kelapa sawit pada tanah mineral

No	Karakteristik lahan	Simbol	Intensitas Faktor Pembatas			
			Tanpa (0)	Ringan (1)	Sedang (2)	Berat (3)
1	Curah Hujan (mm)	H	1.750 – 3000	1.750 - 1.500 > 3000	1.500 - 1.250	< 1.250
2	Bulan Kering (bln)	K	<1	1 – 2	2 – 3	> 3
3	Ketinggian (TDPL) (m)	L	0 – 200	200 – 300	300-400	> 400
4	bentuk wilayah/kemiringan lereng (%)	W	Datar - Berombak < 8	Berombak - bergelombang 8 -15	Bergelombang - Berbukit 15 -30	Berbukit - Pegunungan > 30
5	Batuan di	B	< 3	3 – 15	15 – 40	> 40

	permukaan dan di dalam tanah (%-volume)					
6	Kedalaman efektif (cm)	S	> 100	100 -75	75 - 50	< 50
7	Tekstur tanah	T	Lempung berdebu; lempung liat berpasir; lempung liat berdebu; lempung berliat	Liat; liat berpasir; lempung berpasir; lempung	Pasir berlempung ; debu	Liat berat; pasir
8	Kelas drainase	D	baik; Sedang	Agak terhambat; agak cepat	cepat; terhambat	Sangat cepat; sangat terhambat; tergenang
9	Kemasaman tanah (pH)	A	5.0 - 6.0	4.0 -5.0 6.0 - 6.5	3.5 - 4.0 6.5 - 7.0	< 3.5 > 7.0

Tabel 2.3 Kriteria kesesuaian lahan untuk tanah gambut

No	Karakteristik lahan	Simbol	Intensitas Faktor Pembatas			
			Tanpa (0)	Ringan (1)	Sedang (2)	Berat (3)
1	Curah hujan (mm)	H	1.750 - 3000	1.750 - 1.500 > 3000	1.500 - 1.250	< 1.250

2	Bulan Kering (bln)	K	<1	1 - 2	2 - 3	> 3
3	Ketinggian (TDPL) (m)	L	0 - 200	200 - 300	300-400	> 400
4	Kandungan bahan kasar (%-vol)	B	< 3	15-Mar	15 - 40	> 40
5	Ketebalan gambut (m)	S	0 – 60	60 – 150	150 -300	> 300
6	Tingkat pelapukan gambut	T	Saprik	Hemosaprik; Saprohemik	Hemik; Fibrohemik ; Hemofibrik	Fibrik
7	Kelas drainase	D			Terhambat	Sangat terhambat; Tergenang
8	Kemasaman tanah (pH)	A	5.0 - 6.0	4.0 - 5.0	3.5 - 4.0	< 3.5

Kriteria kesesuaian lahan bersifat semi kuantitatif dengan menggunakan nilai batas terhadap sifat fisik tanah/lahan. Penilaian terhadap sifat fisik tanah lebih ditekankan dibandingkan sifat kimianya, karena sifat kimia tanah lebih dimungkinkan untuk diperbaiki.

Kelas kesesuaian lahan (KKL) ditetapkan berdasarkan jumlah dan intensitas faktor pembatasnya (Tabel 2). Kelas lahan menurut FAO (1976) dibagi menjadi dua yaitu sesuai (S) dan tidak sesuai (N). kelas sesuai dibagi menjadi 3 sub kelas yaitu sangat sesuai (S1), sesuai (S2) dan agak sesuai (S3). Kelas tidak sesuai dibagi menjadi 2 sub kelas yaitu tidak sesuai bersyarat (N1) dan tidak sesuai permanen (N2). Setiap sub kelas terdiri satu atau lebih unit kesesuaian yang lebih menjelaskan tentang jumlah dan intensitas faktor pembatas.

Segala tindakan pengolahan tanah dan tanaman harus didasarkan pada sifat atau penyebaran dari unit kesesuaian lahan tersebut. Contoh kelas, sub kelas, dan unit adalah sebagai berikut:

Kelas : S

Sub kelas : S3

Unit : S3 – d2.a3 (pembatas drainase sedang dan kawasan berat)

Konsekuensi aspek bisnisnya adalah diperlukan input pada kelas lahan yang pembatasnya banyak. Demikian juga pada tiap-tiap kelas lahan mempunyai potensi produksi  $S1 > S2 > S3 > S4$ .

Tabel 2.4 Kelas kesesuaian lahan kelapa sawit.

Kelas kesesuaian lahan	Kriteria
Kelas S1 (Sangat Sesuai)	Unit lahan memiliki tidak lebih dari satu pembatas ringan (optimal)
Kelas S2 (Sesuai)	Unit lahan yang memiliki lebih dari satu pembatas ringan dan/atau tidak memiliki lebih dari satu pembatas sedang
Kelas S3 (Agak Sesuai)	Unit lahan yang memiliki lebih dari satu pembatas sedang dan/atau tidak memiliki lebih dari satu pembatas berat
Kelas N1 (Tidak sesuai bersyarat)	Unit lahan yang memiliki dua atau lebih pembatas berat yang masih dapat diperbaiki
Kelas N2 (Tidak sesuai permanen)	Unit lahan yang memiliki pembatas berat yang tidak dapat diperbaiki

#### A. Curah Hujan

Dari beberapa factor iklim curah hujan mempunyai pengaruh yang nyata terhadap pertumbuhan dan produksi. Fungsi dari dalam proses fotosintesis sebagai komponen utama jaringan, proses metabolisme dan distribusi hasil fotosintesis tanaman. Alat penakar curah hujan umumnya dipasang disetiap Afdeling perkebunan kelapa sawit.

Pengamatan/pencatatan yang dilakukan adalah banyaknya curah hujan harian dan dijumlahkan nilainya tiap bulan sehingga terdapat data jumlah hari hujan dan jumlah curah hujan (mm).

#### 1. Analisis Data

Beberapa jenis analisa data curah hujan adalah :

- Klasifikasi bulan yaitu dengan kategori

Bulan Basah : Curah Hujan  $> 100$  mm

Bulan Lembab : Curah Hujan  $60 - 100$  mm

Bulan Kering : Curah Hujan  $< 60$  mm

- Pola/Distribusi Hujan

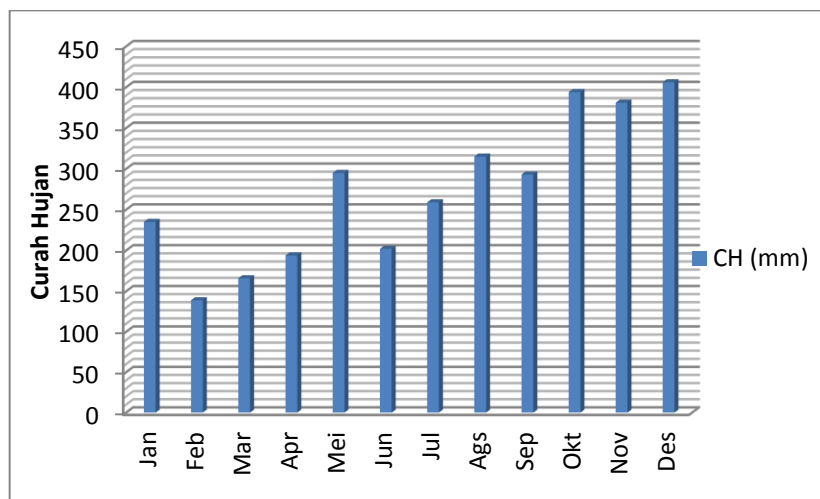
Untuk mengetahui pola sebesar hari hujan dan curah hujan digunakan rata-rata data selama 5 tahun dikarenakan faktor curah hujan mempunyai pola/siklus pada waktu tertentu dan umumnya 5 tahun. Dari data yang terkumpul selama 5 tahun diseluruh pengolahan data dan grafiknya dengan contoh sebagai berikut:

Tabel 2.5 Curah hujan 5 tahun terakhir di Kebun X

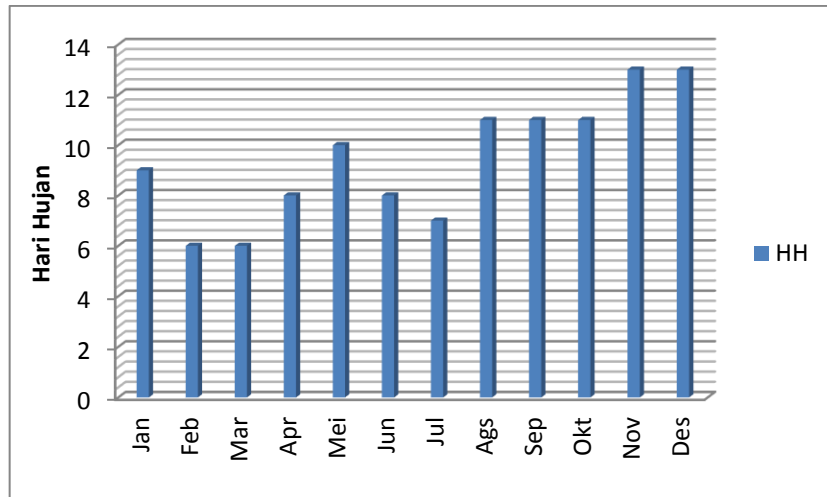
BL N	2010		2011		2012		2013		2014		Rata-rata	
	CH	H H	CH	H H	CH	H H	CH	H H	CH	H H	CH	H H
Jan	236	8	225	9	252	8	377	14	85	4	235	9
Feb	56	4	95	5	138	6	364	12	40	3	139	6
Mar	159	10	305	12	301	6			66	4	166	6
Apr	138	9	192	11	243	8	250	6	146	6	194	8
Mei	227	7	235	11	363	11	286	10	363	11	295	10
Jun	122	9	239	9	233	6	146	5	268	9	202	8
Jul	355	10	161	5	227	6	341	9	209	6	259	7
Ags	233	9	260	14	306	10	316	11	460	12	315	11
Sep	117	7	406	15	311	14	246	7	387	10	293	11
Okt	89	5	422	14	326	8	697	17	436	11	394	11
Nov	583	18	215	12	479	16	316	11	311	10	381	13
Des	385	12	298	11	342	13	435	10	553	17	406	13

Tota l	270 0	10 8	305 3	128	352 1	11 2	377 4	112	332 4	10 3	327 9	11 3
BB	10		11		12		11		10		12	
BL	1		1		-		-		2		-	
BK	1		-		-		-		1		-	
Max	583	18	422	15	479	16	697	17	553	17	406	13
Min	56	4	95	5	138	6	146	5	40	3	139	6
Rataa n	225.0	9.0	254. 4	10. 7	293. 4	9.3	343. 1	10. 2	277. 0	8.6	273. 3	9.4
% HH		0.30		0.36		0.31		0.31		0.29		0.31

Dari data tersebut dapat digunakan untuk menganalisa aspek-aspek kultur teknis diperlukan. Pola sebenarnya disajikan dalam grafik berikut ini.



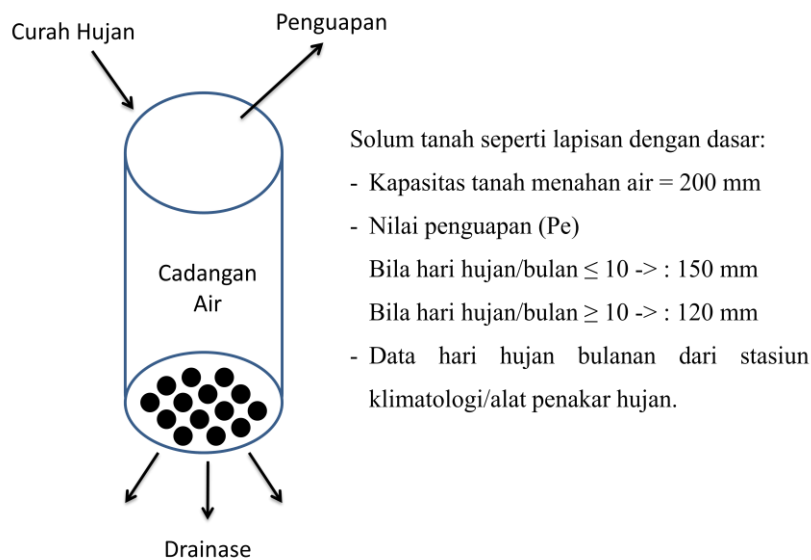




## 2. Defisit Air

Analisa data curah hujan sebaiknya dilengkapi dengan perlunya defisit air. Perhitungan defisit air memberikan gambaran keseimbangan antara curah hujan dan penguapan sehingga nettonya apakah terjadi kelebihan air (drainase) atau catatan kekurangan air (defisit air).

Perhitungan defisit air didasarkan pada percobaan lysimeter dengan ilustrasi sebagai berikut.



Dengan

ketentuan tersebut petunjuk perhitungannya adalah :

- Susun data, hari hujan dan curah hujan dalam tabel
- Diisikan mulai penguapan yaitu bila harinya  $\leq 10$  maka penguapan tersebut 150 mm dan bila hari hujan  $> 10$  maka penguapannya 120 mm.

- Cadangan permulaan awal digunakan asumsi 200 mm dan untuk selanjutnya nilainya adalah cadangan akhir bulan Desember tahun sebelumnya
- Menghitung keseimbangan air (Ka) = ( cadangan permulaan + curah hujan ) – penguapan.
- Menghitung cadangan akhir dengan dasar keseimbangan air.  
Apabila keseimbangan air > 200 mm (contoh bulan Januari 856 mm) maka cadangan akhir adalah jumlah maksimum yang dapat ditahan oleh tanah yaitu 200 mm.
- Drainase ; apabila dari contoh tersebut drainasenya adalah (856 - 200)mm x 656 mm apabila cadangan akhir < 200 mm maka seluruh nilainya (contoh bulan Mei 132 mm) menjadi cadangan akhir.
- Keseimbangan air yang bernilai negatif (minus) berarti deficit air.

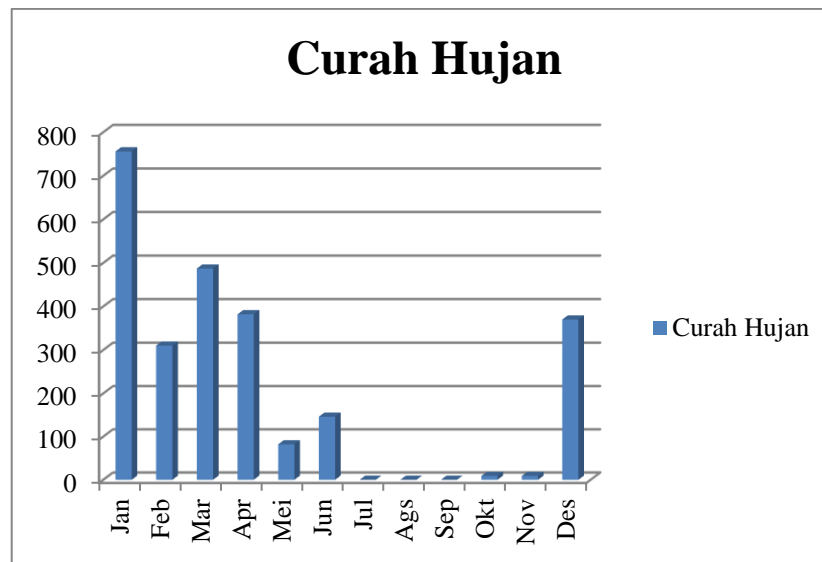
Kesimpulan : dari data yang terdapat dalam tabel jumlah hari hujan pada tahun tersebut adalah 89 hari curah hujan 225 mm tetapi mengalami defisit air sebanyak 604, artinya curah hujannya cukup banyak tetapi distribusinya tidak merata.

Tabel 2.6 Perhitungan defisit air Tahun X di Y

Uraian	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sept	Okt	Nov	Des	Jum
Hari Hujan	13	12	19	14	3	6	0	0	0	1	3	18	89
Curah Hujan	75 6	31 0	48 7	38 2	82	14 6	0	0	0	9	9	37 0	255 1
Cadangan permulaan	20 0	20 0	20 0	20 0	20 0	13 2	12 8	0	0	0	0	0	-
Penguapan	12 0	12 0	12 0	12 0	15 0	15 0	15 0	15 0	15 0	150	15 0	12 0	165 0
Keseimbangan air	83 6	39 0	56 7	58 2	13 8	17 8	- 22	- 15 0	- 15 0	- 141	- 14 1	25 0	-
Cadangan Akhir	20 0	20 0	20 0	20 0	13 2	12 8	0	0	0	0	0	20 0	-

Drainase	63 6	19 0	36 7	38 2	0	0	0	0	0	0	0	50	-
Defisit air	0	0	0	0	0	0	22	15 0	15 0	141	14 1	0	604

Pola sebaran dapat dilihat dari grafik berikut:



Tabel 2.7 Pembagian zona iklim untuk budidaya kelapa sawit

No	Zona	Curah hujan (mm/th)	Hari hujan/th	Bulan kering
1	Sangat basah	> 2750	> 200	0
2	Basah	2250-2750	150-200	0-1
3	Agak basah	1750-2250	100-150	1-2
4	Agak kering	1250-1750	75-100	2-3
5	Kering	< 1250	< 75	> 3

Defisit air berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman.

Tabel 2.8 Defisit air tanaman kelapa sawit

Nilai	Klasifikasi
0-150	Optimum / Optimal
150-250	Favourable / Masih sesuai
250-350	Intermediate / Sedang

350-400	Limit / Ambang batas
400-500	Marginal / kritis
> 500	UnFavoerable / Tidak sesuai

Tabel 2.9 Pengaruh defisit air terhadap pertumbuhan

No	Stadia/Nilai	Gejala
1	200-300 mm	Daun baru yang tidak berkembang 3-4 pelepah
2	300-400 mm	Daun baru yang tidak berkembang 4-5 pelepah
3	400-500 mm	Pelepah patah, Tandan muda menjadi matang
4	> 500 mm	Patah pucuk

Pengaruh terhadap penurunan produksi

Tabel 2.10 Pengaruh Defisit Air Terhadap penurunan Produksi

Defisit air (mm/th)	Produktifitas (Ton/ha/th)	Penurunan (%)
0	22.0	-
100	20.0	9.1
200	17.9	18.6
300	15.7	28.6
400	13.5	38.6

## 2.6.2 Lahan Gambut

### 1. Pengertian

Lahan gambut adalah lahan yang memiliki lapisan yang kaya akan bahan organik ( $C_{\text{organik}} > 18\%$ ) dengan ketebalan 50 cm atau lebih. Terbentuk dari sisa-sisa tanaman dalam waktu yang sangat lama.

### 2. Klasifikasi

a. Berdasarkan tingkat kematangan

- Saprik (Matang), sudah melapuk lanjut dan bahan asalnya tidak dikenali, berwarna coklat tua, sampai hitam dan bila diremas kandungan seratnya  $> 15\%$ .

- Hemik (Setengah matang), sebahagian bahan aslinya masih dikenali, berwarna coklat dan bila diremas bahan seratnya 15-75 %.
  - Fibrik (Mentah), adalah gambut yang belum melapuk, bahan aslinya dapat dikenali, berwarna coklat dan bila diremas >75% seratnya masih tersisa.
- b. Berdasarkan kedalamannya
- |                     |              |
|---------------------|--------------|
| Gambut dangkal      | : 50-100 cm  |
| Gambut sedang       | : 100-200 cm |
| Gambut dalam        | : 200-300 cm |
| Gambut sangat dalam | : > 300 cm   |
- c. Berdasarkan tingkat kesuburan
- Gambut eutrofik adalah gambut yang subur, kaya bahan mineral, unsur-unsur hara. Biasanya gambut yang tipis/dangkal dan dipengaruhi oleh sedimen sungai atau laut.
  - Gambut mesotrofik adalah gambut yang agak subur, memiliki mineral dan basa-basa sedang.
  - Gambut oligotrofik adalah gambut yang tidak subur miskin mineral dan basa-basa.

### 3. Karakteristik Tanah Gambut

- a. Kadar air tanah gambut antara 100-1.300% dari berat jenisnya.
- b. BD gambut sangat rendah antara 0,1-0,2 g/cm<sup>3</sup>, sebagai perbandingannya BD tanah mineral adalah 1,65 g/cm<sup>3</sup>.
- c. Subsiden/Penurunan permukaan gambut yang disebabkan oleh proses dekomposisi dan drainase. Dalam 2 tahun pertama setelah lahan gambut didrainase, laju subsiden dapat mencapai 50 cm. pada tahap berikutnya subsidensi 2-6 cm/th tergantung pada kematangan gambut dan kedalaman saluran drainase.
- d. Sifat mengering tidak balik (Irreversible), gambut yang telah mengering dengan kadar air < 100% tidak dapat lagi menyerap air kalau basah.
- e. Sifat-sifat kimia
  - Kandungan mineral < 5%

- pH 3-5
- kation Ca, Mg, K, Na rendah
- kapasitas tukar kation tinggi (90-200 ml/100g) tetapi kejenuhan basa rendah.
- Kahat/defisiensi unsure mikro terutama Cu dan Zn.

#### 4. Rekomendasi Pengelolaan untuk Perkebunan Kelapa Sawit

##### a. Water Management/tata kelola air

Ditegaskan bahwa pengelolaan air bukan dengan drainase tetapi merancang seluruh saluran primer, sekunder, dan bangunan tata kelola air dengan mempertahankan kedalaman muka air tanah 60-75 cm.

##### b. Sistem Tanam Big Hole

Sistem ini untuk mengetahui adanya subsidensi sehingga tanaman akan tegak/tidak doyong

##### c. Penggunaan bahan-bahan kapur, pupuk Rock Phosphate, dolomite untuk menetralkan status pH yang rendah

##### d. Pemupukan unsure mikro terutama Cu dan Zn dalam bentuk $\text{CuSO}_4$ / $\text{CuSO}_4$ EDTA, $\text{ZnSO}_4$ / $\text{ZnSO}_4$ EDTA.

##### e. Pembangunan jalan kebun dengan system gambangan/pengganjal kayu.

Pemanfaatan lahan gambut harus mempertimbangkan karakteristiknya sehingga terhindar dari kerusakan.

Lahan gambut akan mengalami kerusakan terutama dari pengaturan kedalaman muka air tanah saat dilakukan proses drainase. Apabila air tanah dibuat lebih dalam dari 30 cm dibawah permukaan tanah maka akan terjadi pengeringan tak balik yang menyebabkan subsidensi maupun kebakaran. Criteria ambang batas kerusakan lahan gambut adalah:

Tabel 2.11 Ambang Batas Kriteria Kerusakan Lahan Gambut

No	Parameter	Ambang Batas
1	Subsidensi Gambut	> 35 cm/5 th
2	Kedalaman lapisan pirit	< 25 cm
3	Kedalaman Air Tanah	< 25 cm
4	Redoks Potensial Pirit	< - 100 mvolt
5	Redoks Potensial gambut	< - 200 mvolt

6	pH H <sub>2</sub> O	< 4.0 atau > 7.0
7	Daya hantar listrik	< 4.0 mmhos/cm
8	Jumlah Mikroba	< 10 <sup>2</sup> efu/g tanah



Gambar 2.9 Gorong-gorong Baja



Gambar 2.10 Bendungan Permanen





Gambar 2.11 Parit Utama (MD)



Gambar 2.12 Parit Pengumpul (CD)





Gambar 2.13 Bendungan Konvensional

## 2.7 Tandan Buah Segar

### 2.7.1 Pembentukan Buah

Buah atau TBS merupakan hasil utama dari aktivitas tanaman di Afdeling. Dari awal penyerbukan sampai panen diperlukan waktu 5-6 bulan dan hal ini dipengaruhi oleh jenis persilangan/varietas, kondisi kesuburan tanah dan iklim. Tabel berikut ini menyajikan waktu dan evolusi pembentukan buah.

Tabel 2.12 Pembentukan Buah Kelapa Sawit

Umur setelah penyerbukan			Daging buah	cangkang	inti	Embryo
Bulan	Minggu	Hari				
1	-	30	Putih kehijauan	Sangat lembut	Belum terlihat	Belum terlihat
1	1	37	Putih kehijauan	Masih lembut	Berupa cairan	Belum terlihat
1	2	44	Putih kehijauan	Masih lembut	Berupa cairan	Belum terlihat
1	3	51	Putih kehijauan	Mulai keras	Berupa cairan	Belum terlihat
2	-	60	Putih kehijauan	Mulai keras	Berupa cairan	Belum terlihat
2	1	67	Putih kehijauan	Agak keras	Seperti agar	Belum terlihat
2	2	74	Putih kehijauan	Agak keras	Seperti agar	Belum terlihat
2	3	81	Putih kehijauan	Keras	Putih lembut	Garis putih
3	-	90	Putih kehijauan	Keras	Mulai keras	Putih panjang ( $\pm 1\frac{1}{2}$ mm)
3	1	97	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras	Putih kuning ( $\pm 3$ mm)

3	2	104	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras	Putih kuning ( $\pm 3$ mm)
3	3	111	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras	Kuning putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	4	118	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras/putih	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	5	125	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras sekali	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	6	132	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras sekali	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	7	139	Kuning kehijauan	Keras/coklat muda	Keras sekali	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	8	146	Merah kekuningan	Keras/coklat muda	Keras/berkulit	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	9	153	Merah kekuningan	Keras/coklat muda	Keras/berkulit	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)
3	10	160	Merah kekuningan	Keras/coklat muda	Keras/berkulit	Kuning/putih ( $\pm 3\frac{1}{2}$ mm)

Sehubungan dengan struktur bunga betina yang dapat dikelompokkan pada bagian luar, tengah dan dalam maka memungkinkan terjadinya variasi ukuran buah dan proses kematangannya. Pada umumnya buah yang berada di bagian luar ukurannya paling besar. Sebagai contoh karakteristik buah sawit tipe DXP adalah :

Tabel 2.13 Karakteristik Buah Sawit tipe DxP (Tenera)

Karakteristik	Nilai	Karakteristik	Nilai % bobot
Jumlah buah jadi, buah	57 - 60	Buah/TBS	61 – 62
Berat buah rata-rata (g)	13.0-13.5	Mesokarp/buah	72 – 80
Berat biji (g)	3 – 4	Biji/buah	20 – 28
Berat buah normal (g)	14 – 16	Inti/buah	8 – 10
Berat buah parthenocarpi (g)	0.5 – 1.0	Cangkang/buah	12 – 20
Berat buah tidak jadi (g)	1.0	Minyak/mesokarp	76 – 77
Minyak/buah segar (%)	35 – 39	CPO/TBS	20 – 25
Minyak inti/buah segar (%)	3.6 – 4.5	Inti/TBS	5 - 7

Sumber : Naibaho (1998) dan PORIM (1985)

Pada tipe tertentu berat 1 buah dapat mencapai 18 – 20 g bahkan ada yang mencapai 30 g dengan panjang 5 cm.

### 2.7.2 Kematangan Buah

Kematangan buah dapat dibedakan yaitu matang morfologis dimana buah telah sempurna bentuknya serta kandungan minyaknya sudah optimal. Matang fisiologis adalah kematangan buah yang sudah lebih lanjut yaitu telah siap untuk tumbuh dan berkembang biasanya 1 bulan setelah matang morfologis (Lubis, 1992).

Buah luar yang telah lepas dari rangkaian tandan dan jatuh ke tanah disebut brondolan digunakan sebagai kriteria kematangan dalam panen yang disebut fraksi.

Perkembangan dari satu fraksi ke fraksi berikutnya sangat cepat yaitu :

Hari	x	2.97	1.64	1.22	1.00	= 6.83hari
Fraksi	0	1	2	3	4	

Perubahan dari fraksi 0 sampai dengan fraksi 4 memerlukan waktu 6.83 hari atau 7 hari. Data ini menjadi pedoman panen yang baik dilakukan dengan rotasi setiap 7 hari (1 minggu).

### 2.7.3 Kualitas buah

Dari proses pembentukan dan kematangan buah berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitasnya. Kuantitas yaitu jumlah minyak/CPO yang dihasilkan yang disebut juga Oil Extraction Rate (OER) atau rendemen dan kualitas yang utamanya adalah kadar Asam Lemak Bebas.

Tabel 2.14 Hubungan antara kematangan dengan Rendemen Minyak dan ALB

Kematangan panen	Rendemen minyak (%)	Kadar ALB (%)
Buah mentah	14 – 18	1.6 – 2.8
Buah agak matang	19 – 25	1.7 – 3.3
Buah matang	24 – 30	1.8 – 4.9
Buah lewat matang	28 - 31	3.8 – 6. 1

Untuk menjaga kualitas TBS dilakukan Nilai Sortasi Panen (NSP), dengan cara pengambilan sampel TBS dari Afdeling.

Jumlah sampel yang wajar adalah 1 truk/Afdeling dengan frekuensi 2x/minggu. Jumlah pengamatan dalam 1 truk dapat dikurangi sebanyak 50%.

- Contoh :
  - kapasitas angkut 1 truk = 6 ton TBS
  - BJR = 15 kg
  - Jumlah TBS = 400
  - Sampel (50%) = 200 tandan
- Sampel dikelompokkan fraksinya ; dihitung kemudian dikoreksi dengan faktor pengali.

Fraksi	00	0	1	2	3	4	5	Jumlah
a) Faktor	-5	-1	+1	+1	+1	+0.5	-0.3	-
b) Jumlah tandan	4	6	44	64	76	8	4	200
c) %	2	3	22	32	38	4	2	100
d) Nilai axc	-10	-3	22	32	38	2	-0.6	80.4

Kategori : NSP baik  $\geq 80$  dan apabila  $< 80$  maka harus di evaluasi dengan melakukan koordinasi semua yang berperan untuk dapat melakukan panen dengan baik. Fraksi panen terbaik adalah pada fraksi 2 dan 3.

Sangat disayangkan sampai saat ini masih terjadi kesalahan – kesalahan panen yaitu memanen buah mentah ataupun buah lewat matang yang tertinggal pada rotasi sebelumnya. Komposisi panen yang baik terdapat pada tabel...

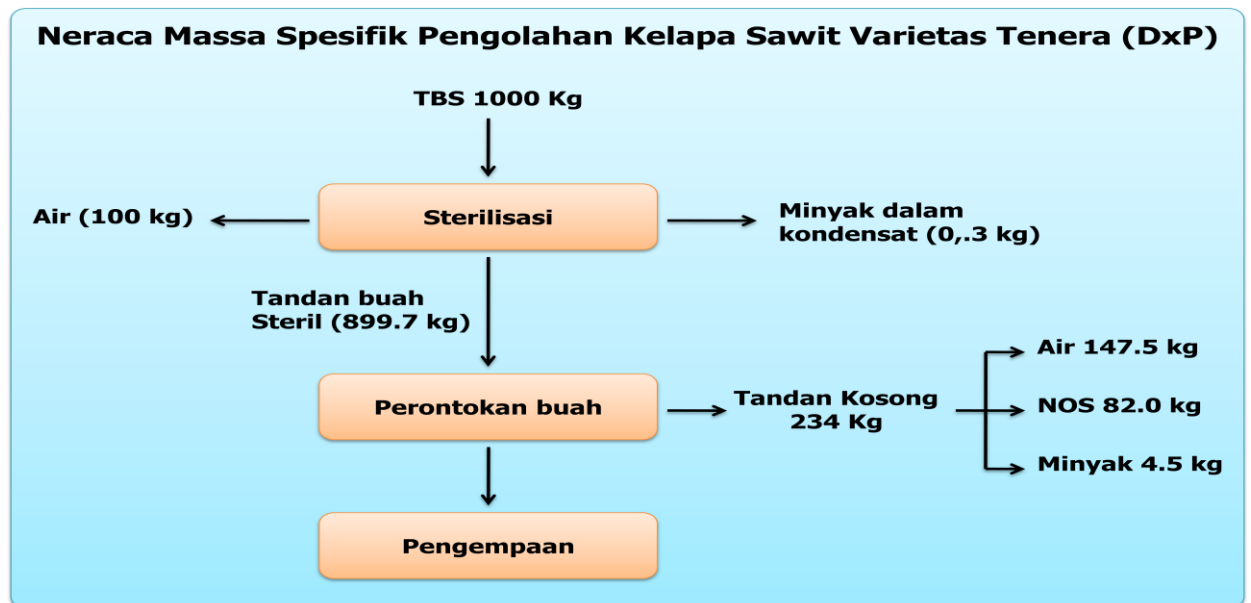
Tabel 2.15 Kriteria Kematangan dan Panen Kelapa Sawit.

Fraksi buah	Kategori	Persyaratan	Jumlah brondolan
Fraksi 00 (F-00)	Sangat mentah (afkir)	0.0%	Tidak ada
Fraksi 0 (F-0)	Mentah	Maks 3.0%	1-12.5% buah luar
Fraksi 1	Kurang matang	F1+F2+F3 min 85%	12.5-25% buah luar
Fraksi 2	Matang I		25-50% buah luar
Fraksi 3	Matang II		50-75% buah luar
Fraksi 4	Lewat matang	Maks 10%	75% buah luar
Fraksi 2	Terlalu matang	Maks 2.0%	Buah dalam membrondol
Brondolan		Maks 10%	
Tandan kosong		0.0%	
Buah busuk		0.0%	
Panjang tangkai TBS		Maks 2.5 cm	

#### 2.7.4 Neraca Massa Pengolahan

Sistem manajemen PAO (Panen Angkut Olah) merupakan suatu bentuk koordinasi antara Asisten Tanaman dan Asisten Pengolahan/Pabrik. Pencapaian kuantitas dan kualitas di Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit hanya dapat diperoleh dari TBS sebagai bahan baku olah yang baik. Titik awal dari proses PKS adalah loading ramp sebagai titik tempat pengumpulan buah untuk masuk ke stasiun perebusan atau sterilizer. Penerapan nilai sortasi panen bertujuan untuk menyingkirkan TBS yang tidak memenuhi syarat agar jangan sampai diolah.

Agar asisten Afdeling lebih memperhatikan kualitas buahnya, berikut ini adalah skema neraca massa pengolahan kelapa sawit varietas Tenera (DxP).



## 2.8. Produktivitas

### 2.8.1 Kelas Kesesuaian Lahan

Produktivitas adalah hasil yang diperoleh (TBS) dalam luas areal 1 ha. Produktivitas tanaman dalam beberapa kelas lahan dengan bahan tanam PPKS Medan terdapat pada tabel.

Tabel 2.16 Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit.

Umur (Tahun)	KKL S1			KKL S2			KKL S3		
	JT/ph n	RBT	Ton TBS	JT/ph n	RBT	Ton TBS	JT/ph n	RBT	Ton TBS
3	9,0	3,2	21,6	7,3	3,1	18,1	6,2	3,0	17,9
4	15,0	6,0	19,2	13,5	5,9	17,6	12,0	5,3	17,4
5	18,0	7,5	18,5	16,0	7,1	17,3	14,5	6,7	16,6
6	21,1	10,0	16,2	18,5	9,4	15,1	17,0	8,5	15,4
7	26,0	12,5	16,0	23,0	11,8	15,0	22,0	10,0	15,7
8	30,0	15,1	15,3	25,5	13,2	14,9	24,5	12,7	14,8
9	31,0	17,0	14,0	28,0	16,5	13,1	26,0	15,5	12,9
10	31,0	18,5	12,9	28,0	17,5	12,3	26,0	16,0	12,5
11	31,0	19,6	12,2	28,0	18,5	11,6	26,0	17,4	11,5

12	31,0	20,5	11,6	28,0	19,5	11,0	26,0	18,5	10,8
13	31,0	21,1	11,3	28,0	20,0	10,8	26,0	19,5	10,3
14	30,0	22,5	10,3	27,0	20,5	10,1	25,0	20,0	9,6
15	27,9	23,0	9,3	26,0	21,8	9,2	24,5	20,6	9,1
16	27,1	24,5	8,5	25,5	23,1	8,5	23,5	21,8	8,3
17	26,0	25,0	8,0	24,5	24,1	7,8	22,0	23,0	7,4
18	24,9	26,0	7,4	23,5	25,2	7,2	21,0	24,2	6,7
19	24,1	27,5	6,7	22,5	26,4	6,6	20,0	25,5	6,0
20	23,1	28,5	6,2	21,5	27,8	5,9	19,0	26,6	5,5
21	21,9	29,0	5,8	21,0	28,6	5,6	18,0	27,4	5,1
22	19,8	30,0	5,1	19,0	29,4	5,5	17,0	28,4	4,6
23	18,9	30,5	4,8	18,0	30,1	4,6	16,0	29,4	4,2
24	18,1	31,9	4,4	17,0	31,0	4,2	15,0	30,4	3,8
25	17,1	32,4	3,9	16,0	32,0	3,8	14,0	31,2	3,6
<b>Jumlah</b>	<b>553,0</b>	<b>481,8</b>	<b>249,4</b>	<b>505,3</b>	<b>462,5</b>	<b>235,3</b>	<b>461,2</b>	<b>442,4</b>	<b>227,7</b>
<b>Rerata</b>	<b>24,0</b>	<b>20,9</b>	<b>10,8</b>	<b>22,0</b>	<b>20,1</b>	<b>10,2</b>	<b>20,0</b>	<b>19,2</b>	<b>9,9</b>

Keterangan : KKL = Kelas Kesesuaian Lahan  
JT/phn = Jumlah tandan per pohon dalam 1 ha  
RBT = Rata-rata berat tandan  
Ton TBS = Hasil Ton TBS/ha/tahun dengan perhitungan  
JT/phn x RBT x jumlah pohon/ha

Perhitungan : Contoh pada lahan S1 umur 3 tahun adalah  $21.6 \times 3.2 \times 130 = 8.986$  kg atau 9 ton.

Produksi rata-rata dalam satu siklus (25 tahun) terdapat pada tabel.

Tabel 2.17 Produksi TBS rata-rata dalam 1 siklus

Kelas lahan	Rata - rata			Maksimal		
	Tandan TBS	Minyak (CPO)	Inti (Ton)	TBS (Ton)	CPO (Ton)	Inti (Ton)
S1	26	5.95	1.51	32	7.86	1.92
S2	24	5.47	1.39	30	7.20	1.80



S3	22	5.01	1.27	27	6.48	1.62
----	----	------	------	----	------	------

Sumber : Lubis PPKS

1. Grafik produktivitas kelapa sawit
  - a. Jumlah tandan
  - b. Rata-rata berat tandan
  - c. Ton TBS

## 2. Penyebaran Panen Bulanan

Salah satu bentuk pengaruh faktor iklim terhadap produksi adalah adanya Penyebaran Panen Bulanan. Diawali dari proses fisiologis pembentukan bunga maka buah yang terbentuk jumlahnya tidak sama dari bulan ke bulan.

Pola ini sangat penting dipahami agar pengelolaan panen di Afdeling berbasis pada data PPB dan dikoordinasikan dengan Asisten Pengolahan/Pabrik. Dikenal adanya bulan panen rendah/trek dan panen puncak. PPB bervariasi tergantung pada kondisi iklim daerahnya.

## 2.9 Gas Rumah Kaca (GRK)

Semua kehidupan di bumi dibangun dari unsur karbon. Karbon ada dalam semua tubuh makhluk hidup, dalam laut, dalam air dan dalam bumi itu sendiri (Pollock, 2000). Karbon yang ada di atmosfer jika bersenyawa dengan oksigen akan membentuk karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Tanpa disadari banyak kegiatan manusia yang akan mengakibatkan terjadinya emisi gas rumah kaca. Gas rumah kaca adalah gas-gas yang dapat menyebabkan efek rumah kaca. Kegiatan manusia yang memberikan kontribusi besar terhadap efek rumah kaca adalah proses pembakaran bahan bakar fosil dan penebangan hutan (Rahmadiani, dkk, 2004). Pada proses pembakaran oksigen ( $\text{O}_2$ ) akan mengoksidasi karbon (C) sehingga akan terbentuk karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).

Efek rumah kaca (Green House Effect) adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan betapa panasnya kondisi bumi dari akibat terperangkapnya gelombang panjang sinar matahari dilapisan troposfer bumi (Fahri, 2009). Green House Effect di adopsi dari kondisi rumah kaca yang biasa

digunakan untuk budidaya pertanian. Pada siang hari, pada cuaca yang cerah meskipun tanpa adanya alat pemanas suhu ruangan di dalam rumah kaca akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan suhu diluar rumah kaca. Hal tersebut terjadi karena sinar matahari yang menembus kaca dipantulkan kembali oleh tanaman di dalam rumah kaca yang berupa panas. Sinar yang dipantulkan ini tidak dapat menembus kembali keluar kaca sehingga suhu di dalam rumah kaca menjadi naik dan panas yang dihasilkan akan terperangkap di dalam rumah kaca.

Negara penghasil GRK adalah negara-negara industri yang menggunakan bahan bakar fosil sebagai sumber energinya. Indonesia juga merupakan salah satu Negara emitor GRK yang terutama berasal dari pembukaan hutan dan pengeringan gambut. Sehingga Indonesia menjadi salah satu bagian dari solusi terhadap pengurangan pemanasan global.

Iklim global telah berubah pada tingkatan yang cukup besar. Perubahan tersebut terjadi karena adanya peningkatan konsentrasi GRK di atmosfer. Salah satunya adalah gas CO<sub>2</sub>. Peningkatan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer terjadi akibat proses pembakaran bahan bakar fosil. Sekitar 20% dari total peningkatan GRK di atmosfer disebabkan oleh emisi CO<sub>2</sub> akibat pembakaran.

Dalam Kyoto Protokol telah disepakati untuk memberikan solusi terhadap meningkatnya GRK. Walaupun hanya beberapa negara sebagai emitor gas CO<sub>2</sub> terutama negara industri, tetapi dampaknya akan terasa pada keseluruhan atmosfer bumi. Karena angin akan selalu bergerak secara aktif sehingga akan mendistribusikan GRK secara merata. penyebaran emisi gas-gas terutama CO<sub>2</sub> tersebar secara sporadic di berbagai tempat, akan tetapi implementasi di lapangan ternyata cukup sulit dan tidak adil. Karena adanya perbedaan yang cukup significant antar negara dalam emisi GRK. Pada tingkat global pengaturan sumber daya alam yang berkelanjutan, mempertimbangkan dua pemicu emisi GRK yaitu , penggunaan bahan bakar minyak dan berhubungan dengan adanya alih guna lahan dan konversi hutan.

Negara-negara industri maju sebagai penghasil emisi GRK sering kali tidak pernah menghargai kontribusi oksigen yang tanpa bayar dari negara-negara yang mempunyai kawasan hutan yang cukup luas. Sebaliknya mereka malah melakukan komplain terhadap negara-negara yang mengalami kerusakan hutan

dalam bentuk pengrusakan, eksploitasi lahan gambut ataupun kebakaran. Baru akhir-akhir ini ada perjanjian antar negara untuk melakukan perdagangan karbon ( Carbon Trading ). Negara-negara industri maju sebagai emitor GRK akan membeli karbon dari negara-negara produsen, termasuk Indonesia.

## **2.10 Dampak CO<sub>2</sub> Terhadap Lingkungan**

Dampak pelepasan karbon dioksida tidak dipahami oleh semua orang karena gas tersebut tidak berbau dan bukan toksik. Konsentrasi karbondioksida di atmosfer telah meningkat dari kira-kira 280 ppm pada abad ke-18 (sebelum era revolusi industri) menjadi 379 ppm pada tahun 2005.

Menjelang tahun 2009 kadarnya meningkat menjadi 700 ppm jika cara hidup manusia terus berlangsung seperti sekarang. Gas karbon dioksida yang terlalu banyak menyebabkan udara panas di bumi terperangkap dan akhirnya suhu bumi meningkat dan lingkungan menjadi panas. Penyusutan lapisan ozon juga menyebabkan kejadian pemanasan global. Dampaknya adalah permukaan bumi menjadi panas, ekosistem terganggu, banjir sering terjadi, dan juga terjadinya fenomena alam yang tidak normal.

## **2.11 Pengurangan Emisi CO<sub>2</sub>**

Salah satu solusi untuk mengurangi emisi GRK adalah dengan cara pembangunan dan pengelolaan sumber daya hutan yang berkelanjutan. Dalam konteks sumber daya, paradigma pengelolaan hutan harus bergeser dari sistem yang beorientasi pada ekonomi semata menuju sistem yang berorientasi ekosistem. Sehingga kelestarian fungsi ekologi hutan akan tetap terjaga sampai generasi yang akan datang.

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang berfungsi ganda yaitu sebagai tanaman yang bernilai ekonomis tinggi, sumber pendapatan, lapangan pekerjaan, pendapatan ekspor non migas. Kebun sawit juga sebagai media untuk melestarikan alam dan lingkungan, antara lain untuk konservasi sumber air tanah, pencegahan tanah longsor, produksi oksigen (O<sub>2</sub>), penyerapan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang tinggi (2,5 ton/ha/th) ini sangat berguna dalam mengurangi

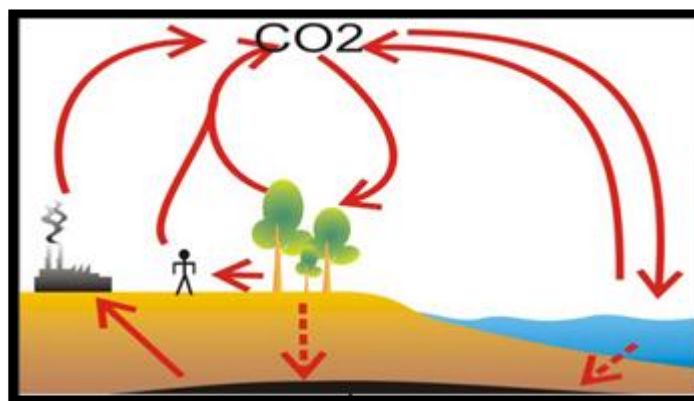
konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara akibat meningkatnya GRK yang menyebabkan terjadinya perubahan iklim di bumi.

Pengembangan perkebunan kelapa sawit yang banyak di tentang oleh LSM di Eropa dan Amerika karena dianggap sebagai penyebab deforestasi dan merusak lingkungan hutan, pada aspek ekofisiologis ternyata membawa keuntungan karena kemampuan fiksasi CO<sub>2</sub>, kemampuan produksi O<sub>2</sub> (183,2 ton/ha/th), dan biomassa (C) yang tinggi. Produksi biomassa perkebunan kelapa sawit lebih tinggi dibandingkan dengan hutan tropis. Limbah kelapa sawit baik pohon, pelepah, tandan buah kosong dan cangkang merupakan sumber energi yang cukup besar yang dapat dimanfaatkan untuk bahan bakar nabati dan menekan penggunaan bahan bakar fosil, sehingga secara signifikan akan menurunkan emisi.

## 2.12 Pendugaan Biomassa Dan Kandungan Karbon

Biomassa adalah total berat atau volume organisme dalam suatu area atau volume tertentu . Biomassa juga didefinisikan sebagai total jumlah materi hidup di atas permukaan pada suatu pohon dan dinyatakan dengan satuan ton berat kering per satuan luas (Brown, 1997), dalam (Sutaryo, 2009).

Dinamika karbon di alam dapat dijelaskan secara sederhana dengan siklus karbon. Siklus karbon adalah siklus biogeokimia yang mencakup pertukaran perpindahan karbon diantara biosfer, pedosfer, geosfer, hidrosfer dan atmosfer bumi. Siklus karbon sesungguhnya merupakan suatu proses yang rumit dan setiap proses saling mempengaruhi proses lainnya.



Gambar 2.14 Siklus Karbon (Sutaryo, D, 2009 )

Emisi Gas Rumah Kaca (*Greenhouse Gas*/GRK) merupakan topik utama pada berbagai diskusi ilmiah sejak Earth Summit 1992 di Rio de Janeiro yang diselenggarakan karena banyaknya proyeksi tentang pemanasan global dan berbagai kemungkinan dampaknya terhadap bumi, khususnya pada daya radiasi dan penipisan ozon (Rastogi, dkk 2002), dalam (Janudianto, 2012).

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ) dan nitrous oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) yang lebih dikenal dengan gas rumah kaca (GRK). Saat ini konsentrasi GRK sudah mencapai tingkat yang membahayakan iklim bumi dan keseimbangan ekosistem.

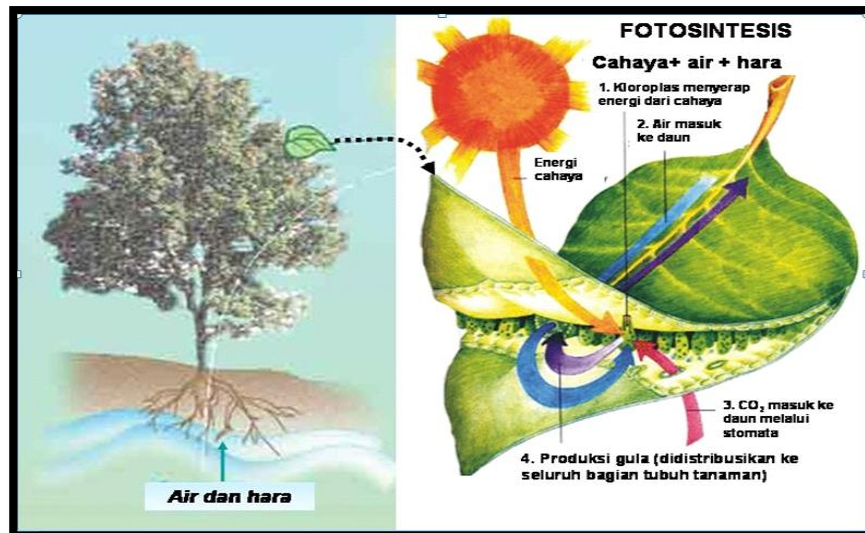
Konsentrasi GRK di atmosfer meningkat sebagai akibat adanya pengelolaan lahan yang kurang tepat, antara lain adanya pembakaran vegetasi hutan dalam skala luas pada waktu yang bersamaan dan adanya pengeringan lahan. Kegiatan-kegiatan tersebut umumnya dilakukan pada awal alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian.

Kebakaran hutan dan lahan serta gangguan lahan lainnya telah menempatkan Indonesia dalam urutan ketiga negara penghasil emisi  $\text{CO}_2$  terbesar di dunia. Indonesia berada di bawah Amerika Serikat dan China, dengan jumlah emisi yang dihasilkan mencapai dua miliar ton  $\text{CO}_2$  per tahunnya atau menyumbang 10% dari emisi  $\text{CO}_2$  di dunia. (Hairian dan Rahayu, 2007).

Berdasarkan Jurnal Penelitian Hairian dan Rahayu (2007), Tumbuhan memerlukan sinar matahari, gas asam arang ( $\text{CO}_2$ ) yang diserap dari udara serta air dan hara yang diserap dari dalam tanah untuk kelangsungan hidupnya. Melalui proses fotosintesis,  $\text{CO}_2$  di udara diserap oleh tanaman dan diubah menjadi karbohidrat, kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tanaman dan akhirnya ditimbun dalam tubuh tanaman berupa daun, batang, ranting, bunga dan buah. Proses penimbunan C dalam tubuh tanaman hidup dinamakan proses sekuestrasi (C- sequestration).

Dengan demikian mengukur jumlah C yang disimpan dalam tubuh tanaman hidup (biomasa) pada suatu lahan dapat menggambarkan banyaknya  $\text{CO}_2$  di atmosfer yang diserap oleh tanaman. Sedangkan pengukuran C yang masih

tersimpan dalam bagian tumbuhan yang telah mati (nekromasa) secara tidak langsung menggambarkan CO<sub>2</sub> yang tidak dilepaskan ke udara lewat pembakaran (Hairiah dan Rahayu, 2007).



Gambar 2.15 Proses fotosintesis ( Hairian dan Rahayu, 2007 )

Meningkatnya jumlah akumulasi CO<sub>2</sub> di udara telah menimbulkan kekhawatiran bagi pemerhati lingkungan. Akumulasi gas rumah kaca, terutama CO<sub>2</sub>, merupakan ancaman bagi kehidupan di bumi. Tahun 2006, level CO<sub>2</sub> di udara mencapai 384 ppm, merupakan level tertinggi selama 800.000 tahun terakhir. Peningkatan level CO<sub>2</sub> di udara mengakibatkan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi sebesar 0,74 derajat celcius pada tiga dasawarsa terakhir. Manusialah yang bertanggung jawab atas penumpukan gas rumah kaca ini, terutama melalui pembakaran bahan bakar fosil sebagai sumber energi saat ini (Supriadi, 2012).

Konsumsi bahan bakar fosil ini akan melepaskan CO<sub>2</sub> ke atmosfer dengan memompakan lebih dari enam miliar metrik ton CO<sub>2</sub> setiap tahun dan terus bertambah. Karbon dioksida dengan mudah bercampur dengan air untuk membentuk asam karbonat, dan lautan menyerapnya sedemikian banyak sehingga CO<sub>2</sub> berubah menjadi lebih asam. Di sisi lain, jumlah tumbuh-tumbuhan yang menggunakan CO<sub>2</sub> semakin sedikit yang disebabkan arena pembabatan hutan atau deforestasi. Pembabatan hutan mengakibatkan hilangnya tempat penyimpanan karbon dan juga rumah bagi berbagai satwa.

Menurut Pamudji (2011) di Indonesia, pembabatan hutan dan perubahan tata guna lahan memberikan kontribusi terbesar dalam peningkatan emisi gas rumah kaca. Kementrian Lingkungan Hidup melaporkan bahwa tingkat emisi CO<sub>2</sub> dari kegiatan pembabatan hutan dan tata guna lahan mencapai 64%.

Model allometrik tanaman kelapa sawit ( *Elaeis guineensis* Jacq)

$$Bap = 0.0706 + 0.0976H$$

Sumber : ICRAF (2009)

Keterangan :

*Bap* = biomassa atas permukaan tanah

*H* = tinggi (m)

*Bap* untuk kelapa sawit dalam satuan ton/pohon, dan *H* diukur pada tinggi bebas pelepah ke 17

Rata-rata global konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer meningkat terus-menerus dengan potensi yang sangat besar. Akan tetapi dampak dari peningkatan tersebut belum diketahui secara pasti. Selain efek global dari peningkatan CO<sub>2</sub> di udara, sebagian besar *general circulation models* (GCM) dari pola iklim global juga memprediksi adanya perubahan suhu pada daerah tropis.

Sebagian besar penilaian yang terjadi, daerah tropis diindikasikan sebagai sumber CO<sub>2</sub> di atmosfer merupakan dampak dari pembukaan wilayah hutan dan konversi hutan menjadi penggunaan lahan lainnya dengan daya serap karbon yang sangat rendah untuk setiap 5 hektarnya (Houghton 1991, diacu dalam Pamudji, 2011). Beberapa laporan terakhir memberikan informasi bahwa perbedaan suhu siang dan malam dapat mengubah keseimbangan karbon pada pohon tanpa mempengaruhi suhu harian. (Nambiar *et al.* 1997) dalam (Pamudji, 2011).

Siklus karbon secara global ini merupakan salah satu proses biogeokimia di dalam planet yang membantu pengaturan kadar CO<sub>2</sub> (karbon dioksida) di atmosfer. Diperkirakan sekitar 830 milyar ton karbon tersimpan dalam hutan di seluruh dunia. Jumlah ini merupakan sebagian besar dari kandungan karbon dalam atmosfer yang terikat dalam CO<sub>2</sub>. Secara kasar sekitar 40% atau 330 milyar ton karbon tersimpan dalam bagian pohon dan bagian tumbuhan hutan lainnya di atas permukaan tanah, sedangkan sisanya yaitu sekitar 60% atau 500 milyar ton

tersimpan dalam tanah hutan dan akar-akar tumbuhan di dalam hutan.  
(Suhendang, 2002) dalam (Pamudji, 2011).



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Waktu**

Penelitian dilaksanakan di Perkebunan Rakyat Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara dan di Laboratorium STIPAP LPP Medan untuk Pengukuran Biomassa Tumbuhan Bawah. Penelitian dilaksanakan bulan Agustus sampai Oktober 2016.

#### **3.2 Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian ini mempergunakan rancangan deskriptif dengan metode *Destruktif* dan *Non Destruktif* dengan pengamatan langsung pada plot-plot contoh sesuai dengan kelompok umur yang telah ditetapkan.

#### **3.3 Bahan Dan Peralatan**

- a) Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian adalah tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dengan beberapa kelas umur, hanya saja pada Tanaman Menghasilkan yaitu umur 4 tahun sampai 25 tahun.

Variabel kelas umur dibagi atas :

1. Tanaman Muda (3 – 8 tahun)
2. Tanaman Remaja (9 – 14 tahun)
3. Tanaman Dewasa (15 – 20 tahun)
4. Tanaman Tua ( > 21 tahun )

- b) Alat – alat yang digunakan sebagai berikut :

1. Meteran, digunakan untuk mengukur areal penelitian dan ketinggian Tanaman kelapa sawit.
2. Bambu / tongkat kayu, Digunakan untuk memancang sehingga terbentuk plot dengan ukuran 20m x 60m
3. Parang, digunakan untuk memotong bambu / tongkat kayu
4. Tali rafia
5. Gunting

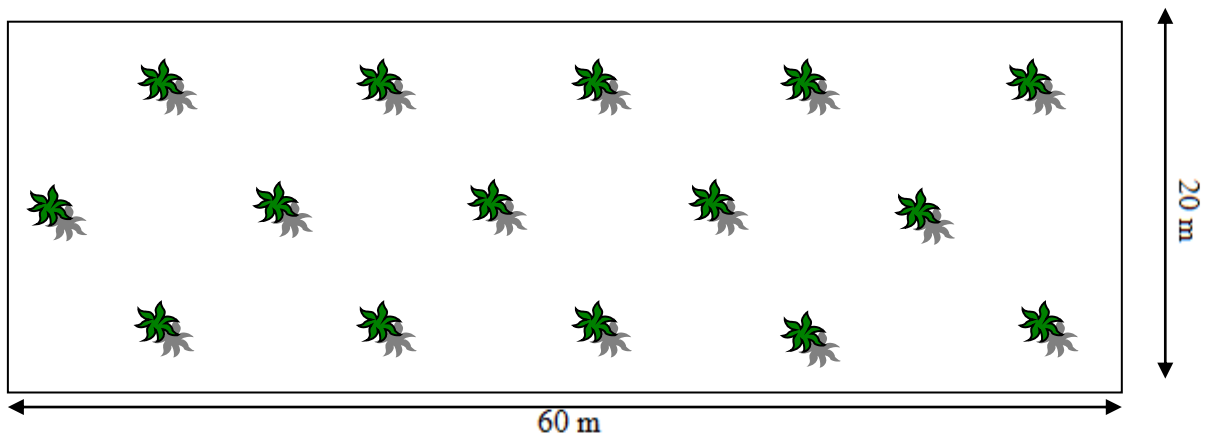
6. Amplop , digunakan sebagai tempat sampel tumbuhan bawah
7. Spidol
8. Timbangan, untuk menimbang sampel tumbuhan bawah
9. Cawan
10. Oven, untuk mengeringkan sampel tumbuhan bawah

### 3.4 Tahapan Penelitian

#### 3.4.1 Pendugaan Potensi Karbon Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

##### a) Biomassa Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

1. Mengukur Areal perkebunan dengan cara membuat plot ukuran 20 m x 60 m sebanyak 2 x ulangan.
2. Areal yang sudah diukur di pancang dengan bambu dan tali rafia.
3. Mengukur tinggi tanaman kelapa sawit dari pelepah ke – 17 sampai pangkal akar menggunakan meteran dan mencatat hasilnya.



Gambar 3.1. Plot besar dengan ukuran 20 m x 60 m

Menurut ICRAF (2009) Untuk menduga Biomassa Kelapa sawit digunakan Model allometrik yaitu :

$$Bap = 0.0706 + 0.0976H$$

Keterangan :

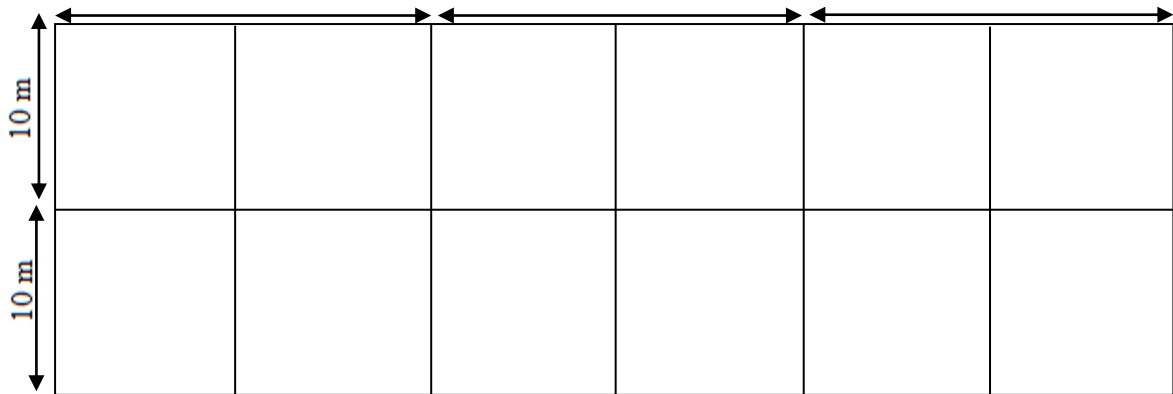
$Bap$  = biomassa atas permukaan tanah

$H$  = tinggi (m)

*Bap* untuk kelapa sawit dalam satuan ton/pohon, dan *H* diukur pada tinggi bebas pelepah ke 17

b) Pengukuran Biomassa Tumbuhan Bawah

Biomassa tumbuhan bawah diukur pada petak pengukuran (kuadran) dengan ukuran 1 m x 1 m yang terletak dalam petak pengukuran biomassa tegakan *Elaeis guineensis* Jacq. Pengambilan sampel biomassa tumbuhan bawah harus dilakukan dengan metode destructive. Tumbuhan bawah yang diambil sebagai sampel adalah herba atau rumput – rumputan yang terdapat dalam kuadran. Semua sampel dimasukkan kedalam kantung kertas dan beri label sesuai variable.



Gambar 3.2. Ukuran Plot

Pada uji laboratorium sampel tumbuhan bawah yang diambil ditimbang berat basah daun atau batang. Selanjutnya mengambil subsampel tanaman dari masing – masing biomassa daun dan batang sebanyak 100 gr. Bila Biomassa sampel didapatkan sedikit (< 100 gr), maka semua sampel ditimbang dan dijadikan sebagai subsampel. Subsampel dikeringkan dalam oven pada suhu 80° C selama 2 x 24 jam. Setelah pengovenan selesai, ditimbang berat keringnya.

Total berat kering tumbuhan bawah per kuadran dihitung dengan rumus sebagai berikut (Hairiah dan Rahayu, 2007) :

$$\text{Total BK (gr)} = (\text{BK subsampel (gr)} : \text{BB subsampel (gr)} \times \text{Total BB (gr)})$$

Dimana, *BK* = Berat Kering dan *BB* = Berat Basah

### 3.4.2 Pengukuran Potensi Karbon Tersimpan

Semua data biomassa dan nekromassa yang telah diperoleh dijumlahkan per variabel pengukuran yang merupakan estimasi akhir jumlah C tersimpan. Konsentrasi C dalam bahan organik biasanya sekitar 46%, oleh karena itu estimasi karbon tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalikan total berat massanya dengan konsentrasi C, sebagai berikut (Hairiah dan Rahayu, 2007) :

<b>Potensi Karbon Tersimpan (Ton/Ha)</b>	<b>= (Biomassa permukaan Tan. Kelapa sawit + Tumbuhan Bawah ) x 0,46</b>
--	--

### 3.4.3 Penyerapan Karbon Dioksida

Data penyerapan karbon dioksida dapat dihitung melalui persamaan kimiawi ( $C + O \rightarrow CO_2$ ), dimana 1 gram karbon (C) equivalen dengan 3,67 gram  $CO_2$  sehingga jumlah  $CO_2$  diserap oleh tegakan hutan adalah jumlah karbon tersimpan dikali dengan 3,67 atau dengan rumus (Mirbach, 2009 dalam Efendi, 2012).

$$CO_2 = C \times 3,67$$

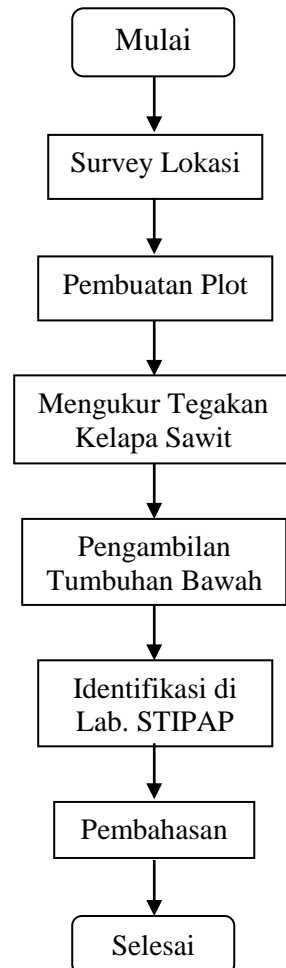
Dimana :  $CO_2$  = penyerapan karbon dioksida dan  
C = potensi karbon tersimpan

### 3.4.4 Nilai Jasa lingkungan dari Penyerapan Karbon Dioksida

Nilai jasa lingkungan dari penyerapan karbon dioksida diperoleh dengan mengalihkan nilai penyerapan karbon dioksida dengan harga karbon yang berlaku dikurangi dengan biaya transaksi. Harga karbon yang digunakan mengacu pada The Worl Bank, 2011 dalam Effendi (2012) sebesar US\$5,8 per ton  $CO_2$  . Namun hal ini Perlu dipertimbangkan biaya transaksi. Biaya transaksi adalah biaya yang dikeluarkan untuk proses administrasi, monitoring dan verifikasi jasa pengurangan emisi dan penyerapan karbon dioksida. Besarnya biaya transaksi

pada sektor kehutanan adalah US\$1,23. Jadi harga bersih serapan karbon dioksida sebesar US\$4,57 per ton.

### 3.5 Bagan Alur Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian Karbon Di Atas Permukaan Tanah

##### 4.1.1 Tinggi Tanaman Kelapa Sawit

Afiana (2013) menyatakan penggunaan persamaan allometrik akan meningkatkan keakurasian pendugaan biomassa. Pengukuran biomassa dilapangan menggunakan allometrik membutuhkan data yang diukur pada plot utama. Data yang dikumpulkan dari tiap plot adalah tinggi tanaman kelapa sawit sampai pelepah ke – 17 (  $H$  ).

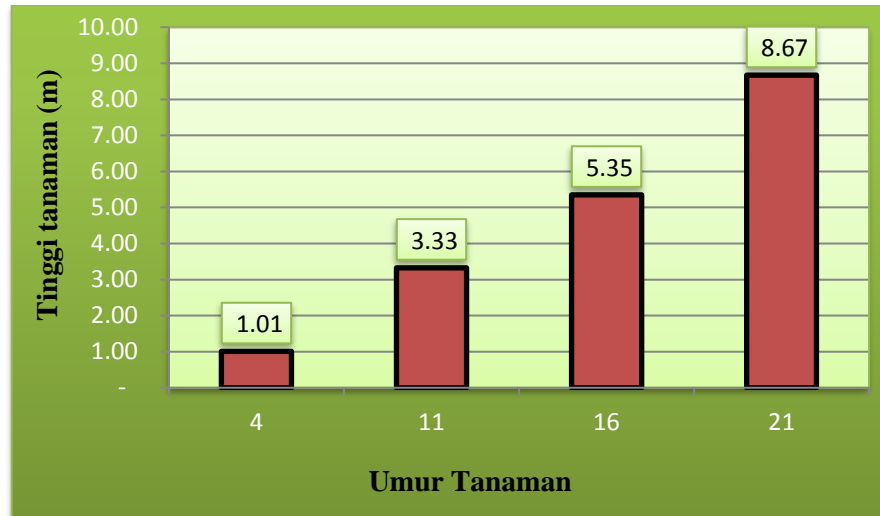
Hasil Pengukuran Tinggi tanaman kelapa sawit secara lengkap terdapat pada lampiran 1,2,3 dan 4

Tabel 4.1 Rata – Rata Tinggi Tanaman Pada Tiap Kelas Umur Yang Berbeda

Tahun Tanam	Kelas umur tanaman ( Th )	Umur Tanaman ( Th )	Rata – rata tinggi tanaman ( m )	Pertambahan/Th
2012	3 – 8	4	1,01	0
2005	9 – 14	11	3,33	0,33
2000	15 – 20	16	5,35	0,40
1995	> 21	21	8,67	0,66

Berdasarkan Tabel 4.1. dapat dilihat bahwa rata – rata tinggi tanaman berbeda semakin tua umur tanaman semakin tinggi tanaman kelapa sawit yang dihasilkan yakni umur 21 tahun pada tahun tanama 1995 rata – rata tinggi tanamana adalah 8.67 meter sebaliknya pada umur 4 tahun dengan tahun tanam 2012 yaitu rata – rata tinggi tanaman diperoleh 1.01 meter. Maka pertambahan umur tanaman kelapa sawit setiap tahunnya memiliki pengaruh terhadap pertambahan lingkaran batang tanaman tersebut. Untuk sawit perkebunan rakyat pertambahan tinggi batangnya bervariasi dari 0,33 – 0,66 meter/Tahun.

Hasil Rata – rata pengukuran tinggi tersebut tersaji pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.1. Rata - rata tinggi tanaman kelapa sawit

gambar 4.1. diatas dapat dilihat bahwa kenaikan tinngi tanaman pada tiap umur tanaman berbeda mulai umur 4 tahun sampai 21 tahun mengalami kenaikan. Artinya pada grafik tersebut menunjukkan setiap kali mengalami pertambahan umur maka tinggi tanaman kelapa sawit akan bertambah.

#### 4.1.2 Biomassa Kelapa Sawit

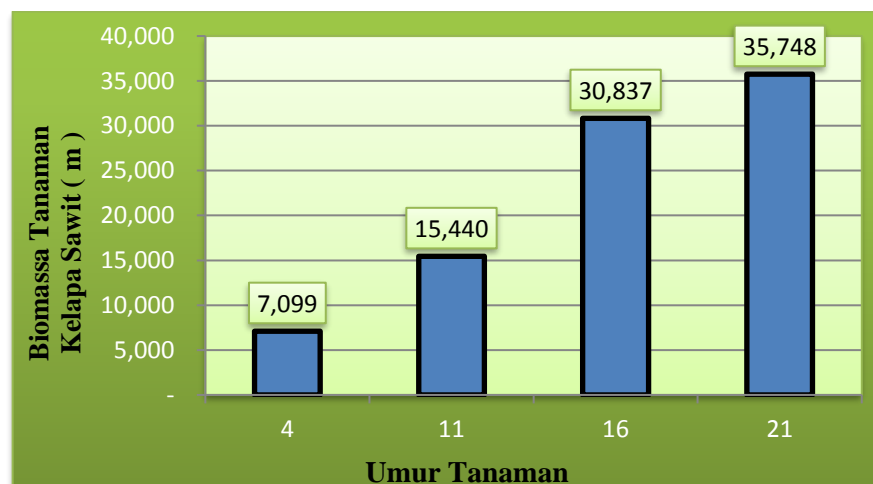
Hasil pengamatan biomassa tanaman kelapa sawit secara lengkap terdapat pada lampiran 1,2,3,4,dan 5 dengan ringkasan hasil terdapat pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Biomassa Tanaman Kelapa Sawit Pada Tiap Umur Yang Berbeda

Tahun Tanam	Kelas Umur tanaman	Umur tanaman (tahun)	BAP (Ton/Pohon)
2012	3 – 8	4	7,099
2005	9 – 14	11	15,440
2000	15 – 20	16	30,837
1995	>21	21	35,748

Keterangan : BAP ( Biomassa Atas Permukaan )

Data tabel 4.2. diatas menunjukkan perolehan biomassa tanaman kelapa sawit pada tiap kelas umur terus mengalami peningkatan yaitu pada kelas umur I yaitu 7,099 Ton/Pohon, kelas umur II sebesar 15,440 Ton/Pohon, kelas umur III sebesar 30,837 Ton/Pohon dan Kelas umur IV sebesar 35,748 Ton/Pohon. Jumlah biomassa terbesar di kelas umur IV yaitu 35,748 Ton/Pohon dan biomassa terkecil yaitu di kelas umur I sebesar 7,099 Ton/Pohon. Artinya semakin tua umur tanaman semakin besar pula biomassa yang dihasilkan oleh tanaman tersebut.



Gambar 4.2. Rata – rata Biomassa Atas Permukaan Kelapa Sawit

Sama halnya dengan tabel 4.1. diatas, pada gambar 4.2. juga menunjukkan peningkatan perolehan biomassa tiap kali umur tanaman bertambah.

Prayitno (2015) menyatakan bahwa Pertumbuhan tanaman kelapa sawit di lahan adalah sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pengelolaan lahan (kondisi tanah, pembukaan lahan dan pengolahan tanah, saluran drainase, hidrologi dan lainnya) dan pengelolaan tanaman (jarak tanam, pemupukan, hama penyakit, dan lainnya). Semakin baik sistem pengelolaan lahan dan tanaman akan semakin baik pula produksi biomassa tanaman.

Pertumbuhan suatu tanaman akan sangat tergantung terutama pada sinar matahari (Cambell *et al.*, 2002). Penambahan biomassa dapat terjadi karena adanya proses fotosintesis. Tumbuhan menyerap CO<sub>2</sub> dari udara dan mengkonversinya menjadi senyawa organik melalui proses fotosintesis dan akan di translokasikan pada bagian tanaman. Semakin besar biomassa tanaman adalah



semakin besar pula cadangan karbon dan potensi fiksasi CO<sub>2</sub> pada tanaman tersebut.

#### 4.1.3 Biomassa Tumbuhan Bawah

Pengukuran dan pengambilan sampel tumbuhan bawah yang diambil berada dalam satu plot yang diukur tinggi tanaman. Pengambilan sampel tumbuhan bawah menggunakan tali rafia, tongkat kayu/bambu, meteran, kantong kertas, gunting dan alat tulis. Sampel yang tumbuhan yang diambil adalah seluruh tumbuhan yang berda dalam satu kotak sampel akan tetapi akar tumbuhan sebelum dimasukkan kedalam kantong kertas dibuang terlebih dahulu menggunakan gunting kemudian nantinya akan dicatat hasil akhirnya.

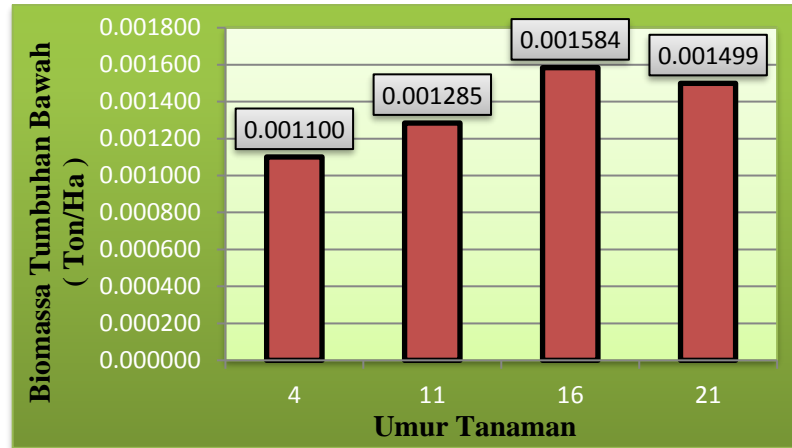
Menurut Afiana (2013) menyatakan tumbuhan bawah meliputi semak belukar yang berdiameter batang < 5 cm , tumbuhan menjalar, rumput – rumputan atau gulma, estimasi biomassa tumbuhan bawah dilakukan dengan mengambil bagian tanaman. Dan selanjutnya setelah sampel didapat langsung dibawa ke laboratorium untuk ditimbang berat total yang diambil dari lapangan. Setelah diketahui berat total dari tumbuhan bawah tersebut maka ditimbang kembali tumbuhan bawah untuk dimasukkan kedalam oven sebanyak 100 gram tumbuhan bawah dan sisa dari tumbuhan bawah tersebut dibuang.

Tabel 4.3. Rata – Rata Biomassa Tumbuhan bawah Pada Tiap Kelas Umur

Tahun Tanam	Kelas Umur Tanaman (tahun)	Umur Tanaman Sampel ( Th )	Biomassa tumbuhan bawah ( Ton/Ha )
2012	3 - 8	4	0,001100
2005	9 – 14	11	0,001285
2000	15 - 20	16	0,001584
1995	> 21	21	0,001499

Pada tabel 4.3. diatas dapat dilihat ketika umur tanaman 4 tahun yaitu dengan perolehan rata – rata biomassa 0,001100 Ton/Ha sampai dengan 21 tahun dengan perolehan rata – rata biomassa 0,001499 Ton/Ha. Artinya dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil dari Biomassa Tumbuhan bawah tidak selalu meningkat

di setiap umur tanaman, karena pada tahun tanam 2000 ke tahun tanam 1995 terjadi penurunan Biomassa Tumbuhan Bawah. Tumbuhan bawah yang berada di sekitar lahan dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari, curah hujan, suhu dan kelembaban.



Gambar 4.3. Biomassa Tumbuhan bawah Pada Tiap Kelas Umur

Berdasarkan Gambar diatas diketahui potensi pertumbuhan tumbuhan bawah yang terdapat pada lahan berbeda dan umur berbeda tidak mempengaruhi rata – rata berat total biomassa yang dihasilkan pada tumbuhan bawah. Hal ini dapat terlihat pada gambar 4.4. yaitu pada umur 16 tahun (tahun tanam 2000) dengan rata – rata biomassa 0,001100 Ton/Ha sedangkan umur tanaman 21 tahun memperoleh hasil 0,001499 Ton/Ha.

Berikut ini faktor yang mempengaruhi tumbuhan bawah pada tiap umur dan lahan yang berbeda :

- Jenis tumbuhan bawah yang tumbuh di setiap lahan atau di setiap blok yang terdapat di kebun berbeda
- Pemeliharaan kebersihan areal tanaman kelapa sawit setiap tempat berbeda
- Setiap kondisi topografi atau areal yang dijumpai berbeda.
- Perbedaan Penyinaran Matahari

Hasil pengamatan Indeks Nilai Penting dari gulma yang terdapat pada areal pengamatan terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Rekapitulasi Jenis Gulma Berdasarkan INP (Indeks Nilai Penting)

Tanaman Kelapa Sawit	Tahun Tanam			
	2012	2005	2000	1995
MAX	<i>Leersia hexandra/kalamenta</i> (66%)	<i>Ageratum conyzoides/Babandotan</i> (63%)	<i>Asystasia intrusa/rumput Israel</i> (37.73%)	<i>Ageratum conyzoides</i> (31.54)
MIN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Scoparia dulcis</i> (3%)</li> <li>• <i>Echinochloa crus-galli</i> (3%)</li> <li>• <i>Oldenlandia dichotoma</i> (3%)</li> <li>• <i>Asystasia intrusa</i> (3%)</li> <li>• <i>Cleome rutesperma/manungu</i> (3%)</li> <li>• <i>Cyperus amomatus</i> (3%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Melastoma malabathricum</i> (2%)</li> <li>• <i>Brachiaria Mutica</i> (2%)</li> <li>• <i>Tetracera indica</i> (2%)</li> <li>• <i>Chromolaena odorata</i> (2%)</li> <li>• <i>Melastoma apines/harendong</i> (2%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Mimosa pudica/putri malu</i> (2.42%)</li> <li>• <i>Solanum torvum/rimbang</i> (2.42%)</li> <li>• <i>Passiflora foetida/rambusa</i> (2.42%)</li> <li>• <i>Mikania micrantha/sembung rambat</i> (2.42%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pohon Bera –bera (2.05%)</li> <li>• <i>Adiantum capillus/suplir</i> (2.05%)</li> <li>• <i>Chromolaena odorata/kirinyuh</i> (2.05%)</li> <li>• <i>Mikania micrantha/sembung rambat</i> (2.05%)</li> <li>• <i>Tetracera scandens/kasapan</i> (2.05%)</li> <li>• <i>Melothria afinis</i> King (2.05%)</li> <li>• <i>Merremia umbellata/akar slemang</i> (2.05%)</li> </ul>

Berdasarkan tabel 4.4. mengenai Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di setiap umur tanaman yaitu umur tanaman 4 tahun terdapat *Leersia hexandra* dengan nilai INP = 66%, umur tanaman 11 tahun *Ageratum conyzoides* (babandotan) dari family Asteraceae dengan INP = 63%, umur tanaman 16 tahun yaitu *Asystasia intrusa* dengan INP = 37.73% dan umur tanaman 21 tahun terdapat *Ageratum conyzoides* dengan INP nya yaitu 31.54%. tetapi dari ke empat umur tanaman yang didapat INP tertinggi gulma yang mendominasi yaitu *Ageratum conyzoides* yang paling banyak ditemukan.

Menurut Aththorick (2005) penetrasi sinar matahari sampai ke dasar suatu ekosistem akan menyebabkan perbedaan dalam faktor-faktor lingkungan lainnya seperti intensitas cahaya, suhu, dan kelembapan udara. Perbedaan faktor-faktor

lingkungan ini selanjutnya akan mempengaruhi keberadaan jenis-jenis vegetasi bawah yang dapat hidup.

#### 4.1.4 Hasil Pengukuran Potensi Karbon Tersimpan

Semua data biomassa dan nekromassa yang telah diperoleh dijumlahkan per variabel pengukuran yang merupakan estimasi akhir jumlah C tersimpan. Konsentrasi C dalam bahan organik biasanya sekitar 46%, oleh karena itu estimasi potensi karbon tersimpan per komponen dapat dihitung dengan mengalihkan total berat massanya dengan konsentrasi C, Sebagai berikut :

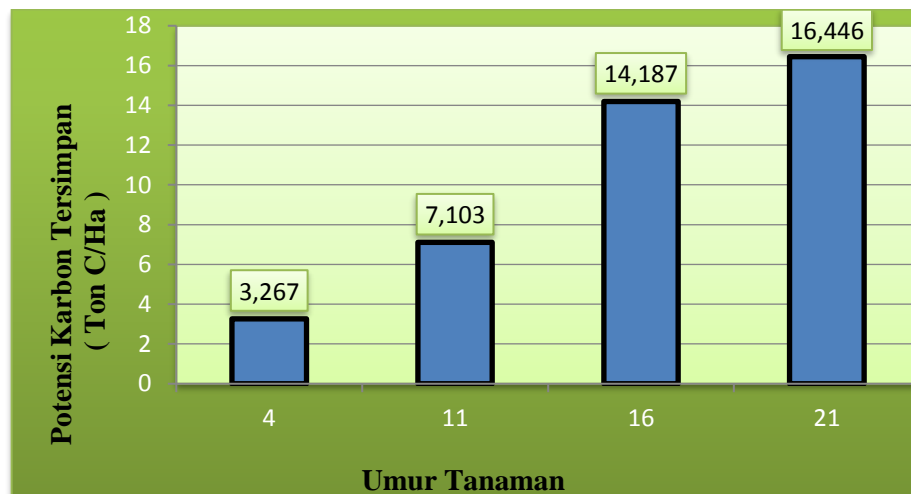
$$\text{Potensi Karbon Tersimpan (Ton/ha)} = (\text{Biomassa Permukaan Tanaman Kelapa sawit} + \text{Tumbuhan Bawah}) \times 0,46$$

Tabel 4.5. Hasil Perolehan Pengukuran Potensi Karbon Tersimpan

Tahun Tanam	Kelas Umur tanaman (Th)	Umur (tahun)	BAP (Kg/Ha)	Biomassa Tumbuhan Bawah (Kg/Ha)	Potensi Karbon Tersimpan (Ton C/Ha)
2012	4 - 8	4	7,009	0,001100	3,267
2005	9 - 14	11	15,440	0,001285	7,103
2000	15 - 21	16	30,837	0,001584	14,187
1995	>21	21	35,748	0,001499	16,446

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan dapat dilihat dari tabel 4.5. diatas perolehan potensi penyerapan karbon pada tanaman kelapa sawit dengan umur yang berbeda mempengaruhi besarnya kemampuan dalam proses penyerapan karbon dari udara. Hal ini dapat dibuktikan dengan membandingkan kualifikasi umur dijadikan bahan pengamatan dilapangan mulai tanaman muda rentang umur 3 – 8 tahun (4 tahun) dengan potensi penyerapan karbon tersimpan adalah sebesar 3,267 Ton C/Ha sampai dengan tanaman tua dengan rentang umur > 21 tahun (21 tahun) yang mempunyai potensi penyerapan karbon tersimpan sebesar 16,446 Ton C/Ha.

Menurut Afiana (2013) bahwa potensi penyerapan karbon dari system agroforestry didasarkan kepada asumsi bahwa komponen – komponen pohon dalam system agroforestry dapat menentukan rosot karbon di atmosfer secara signifikan melalui kecepatan pertumbuhan dan produktifitas. Dengan memperhitungkan pohon dalam produksi pertanian, agroforestry dapat meningkatkan penyimpanan karbon pada lahan untuk kebutuhan tanaman pertanian. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah umur tanaman kelapa sawit maka semakin tinggi tanaman yang ditunjukkan dan semakin besar potensi penyerapan karbon. Oleh karena itu dapat dilihat bahwa berdasarkan tahun tanam termuda sampai dengan tertua memiliki rata tinggi tanaman, biomassa tumbuhan bawah hingga potensi penyerapan karbon semakin besar.



Gambar 4.4. Hasil Perolehan Pengukuran Potensi Karbon Tersimpan

Berdasarkan gambar diatas diketahui adapun faktor – faktor yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan tanaman dengan melihat pertumbuhan tinggi tanaman berdasarkan umur tanaman dengan maksud mengetahui kesuburan tanaman kelapa sawit sesuai umur tanaman tersebut. Menurut Indriyanto (2006) dalam Asril menyatakan pada setiap ekosistem jumlah karbon yang tersimpan berbeda – beda, hal ini disebabkan perbedaan keanekaragaman dan kompleksitas komponen yang menyusun ekosistem. Kompleksitas ekosistem akan berpengaruh kepada cepat atau lambatnya siklus karbon yang melalui setiap komponennya.

Dalam penelitian kali ini pertumbuhan tinggi tanaman yang ditunjukkan oleh masing – masing umur yang berbeda memperoleh hasil pendugaan potensi karbon yang semakin meningkat dengan menganggap bahwa setiap umur yang berbeda juga mempengaruhi pada kenaikan besarnya lingkaran batang tanaman dan dapat dikatakan sistem pemeliharaan yang baik mendukung akan hasil tersebut.

#### 4.1.5 Penyerapan Karbon Dioksida

Pengukuran stok karbon yang dilakukan pada lokasi penelitian menggunakan metode allometrik. Pengukuran stok karbon dilakukan dengan melakukan mengukur tinggi tanaman. Hasil pengukuran tinggi tanaman selanjutnya dihitung dengan menggunakan persamaan allometrik yang telah dirumuskan. Perhitungan nilai CO<sub>2</sub> terserap di dalam penelitian ini adalah mengalihkan nilai stok karbon dengan 3,67. Besarnya nilai karbon yang diserap dapat dilihat pada tabel berikut ini.

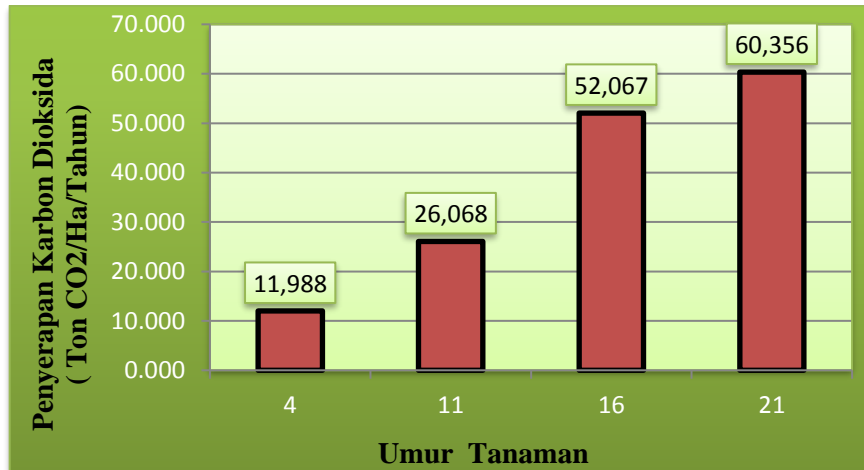
Tabel 4.6. Hasil Penyerapan Karbon Dioksida

Tahun tanam	Umur (tahun)	Potensi Karbon tersimpan (Ton C/Ha)	Penyerapan Karbon Dioksida (Ton CO <sub>2</sub> /Ha/Tahun)
2012	4	3,267	11,988
2005	11	7,103	26,068
2000	16	14,187	52,067
1995	21	16,446	60,356

Berdasarkan tabel 4.7. diatas dapat dilihat peningkatan penyerapan karbon pada tiap umur tanaman berbeda , semakin bertambah. Penyerapan karbon terkecil dapat dilihat pada umur 4 tahun yaitu sebesar 11,988 Ton CO<sub>2</sub>/Ha/Tahun sedangkan penyerapan terbesar tentu saja terdapat pada umur tanaman 21 tahun yaitu dengan perolehan karbon 60,356 Ton CO<sub>2</sub>/Ha/Tahun. Afiana (2013) juga menyatakan besarnya stok karbon disuatu wilayah saat dipengaruhi oleh besarnya nilai biomassa. Dengan demikian mengukur jumlah karbon yang disimpan didalam tanaman hidup itu sendiri pada suatu lahan sehingga dapat menggambarkan banyak CO<sub>2</sub> yang diserap dari atmosfer. Banyaknya CO<sub>2</sub> yang

diserap dalam proses fotosintesis menggambarkan nilai kontribusi suatu pohon di dalam menyerap emisi CO<sub>2</sub>.

Berikut ini adalah grafik penyerapan karbon dioksida sesuai keterangan tabel 4.7. diatas :



Gambar 4.5. Grafik Hasil Penyerapan Karbon Dioksida

Dari Gambar menunjukan penyerapan karbon tersimpan mengalami kenaikan jika dilihat dari umur termuda sampai tertua. Sama halnya tabel 4.6. diatas perolehan karbon tanaman terkecil ditunjukkan pada umur 4 tahun yaitu 11,988 Ton CO<sub>2</sub>/Ha/Tahun sedangkan pada tanaman tertua umur 21 tahun yaitu 60,356 Ton CO<sub>2</sub>/Ha/Tahun.

Dengan adanya pengembangan kelapa sawit, Indonesia sering berhadapan dengan adanya kampanye negative tentang kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh emisi CO<sub>2</sub>. Masripatin (2010) menyatakan Kelapa sawit mampu menyimpan lebih dari 80 ton C/ha. Akan tetapi, jumlah tersebut dicapai setelah 10-15 tahun pertumbuhan. Dari data yang diperoleh ternyata perkebunan rakyat masih berada pada kategori yang cukup baik.

#### 4.1.6 Nilai Jasa Lingkungan Dari Penyerapan Karbon Dioksida

Nilai jasa lingkungan dari penyerapan CO<sub>2</sub> diperoleh dengan mengalikan nilai penyerapan CO<sub>2</sub> dengan harga karbon yang berlaku dikurangi dengan biaya transaksi. Harga karbon yang digunakan mengacu pada The World Bank (2011) dalam Effendi (2012) sebesar US\$5,8 per ton CO<sub>2</sub>. Namun dalam penentuan

biaya ini perlu dipertimbangkan biaya transaksi. Biaya transaksi yang dimaksud adalah biaya proses administrasi, monitoring dan verifikasi jasa pengurangan emisi melalui serapan karbondioksida. Besarnya biaya transaksi pada sektor kehutanan adalah US\$1,23. Dengan demikian harga bersih serapan karbondioksida sebesar US\$4,57 per ton.

Agus (2013) menyatakan tingginya emisi atau hutang karbon Negara – Negara industry yang meratifikasi Protokol Kyoto mengharuskan mereka mengkompensasi jumlah emisinya, antara lain melalui perdagangan karbon. Negara berkembang dijanjikan imbalan jasa bila mampu menurunkan emisi karbon dalam jumlah yang terukur, dilaporkan, dan terverifikasi. Oleh karena itu, perdagangan karbon di sektor pertanian harus dilaksanakan secara sukarela dan merupakan bagian integral dari pembangunan pertanian berkelanjutan.

Tambun (2012) juga berpendapat bahwa penggunaan bahan bakar minyak bumi dan kegiatan lain yang menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dan melepaskannya ke udara menyebabkan penyemaran udara sebagai penyebab pemanasan global. Oleh karena itu biaya lingkungan merupakan hal yang nyata dan harus diperhitungkan dalam kegiatan pembangunan. Untuk mendukung kegiatan jasa lingkungan tersebut maka pemerintah telah mengatur melalui Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P.36/Menhut-II/2009 tentang Tata Cara Perizinan Usaha Pemanfaatan Penyerapan dan atau Penyimpanan Karbon Pada Hutan Produksi dan Hutan Lindung dan Penyelenggaraan karbon hutan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kehutanan Nomor : P.20/Menhut-II/2012 tanggal 23 April 2012.

Dengan adanya peraturan ini maka secara legal formal usaha pemanfaatan jasa lingkungan dari penyerapan dan penyimpanan karbon mendapat dukungan dan menjadi kajian untuk perhitungan jasa penyerapan karbon (karbon sink) dan jasa penyimpanan karbon (karbon stock).

Berikut ini hasil pengumpulan data dilapangan untuk tiap kelompok umur tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) yang berbeda dilihat dari nilai jasa lingkungan penyerapan karbon dioksida.



Tabel 4.7. Nilai Jasa Lingkungan

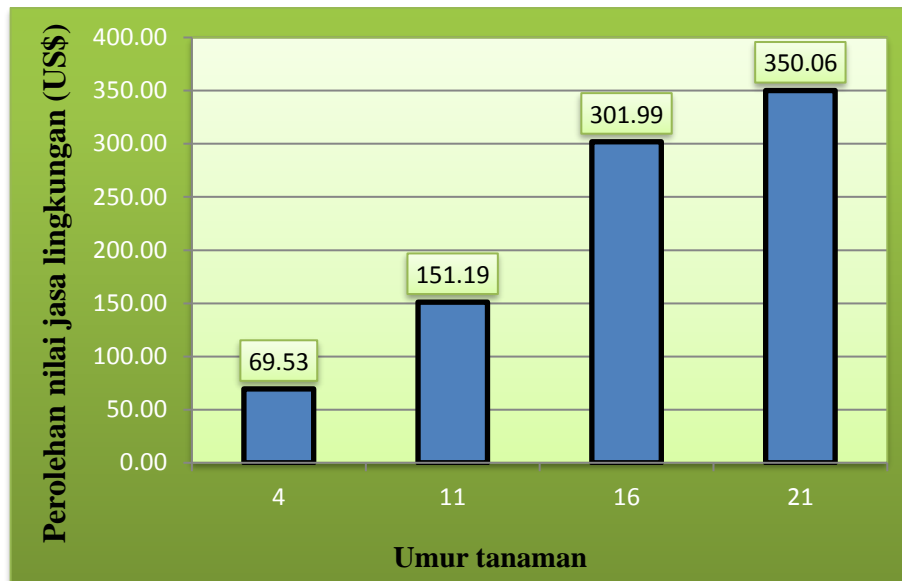
Tahun tanam	Umur (tahun)	Karbon dioksida (Ton CO <sub>2</sub> /Ha/Tahun)	Nilai Jasa Lingkungan	
			(US\$)	(Rp)
2012	4	11,988	69,53	Rp.910.431
2005	11	26,068	151,19	Rp.1.979.739
2000	16	52,067	301,99	Rp.3.954.239
1995	21	60,356	350,06	Rp.4.583.748

Asumsi US\$ 1 = Rp.13.094 (sumber [www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) diakses 29 juli 2016)

Berdasarkan Tabel diatas menunjukan hal serupa dengan tabel yang lainnya bahwa memiliki peningkatan baik dari segi pertambahan tinggi tanaman, total karbon tersimpan, penyerapan karbon dioksida sampai dengan nilai jasa lingkungan karbon tersimpan pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq).

Berdasarkan asumsi data tersebut maka nilai jasa lingkungan yang didapat diperoleh dari penyerapan dan penyimpanan CO<sub>2</sub> dalam bentuk stok karbon pada tanaman kelapa sawit di Perkebunan Rakyat Desa Karang Gading Kecamatan Labuhan Deli Kabupaten Deli Serdang jelas pada tabel 4.8 umur 4 tahun sebesar US\$ 69,53 yaitu setara dengan Rp. 910.431 dan pada umur tanaman 21 tahun dengan perolehan nilai jasa lingkungan sebesar US\$ 350,06 setara dengan Rp. 4.583.748 .

Berikut ini Grafik perolehan hasil nilai jasa lingkungan yang di dapat berdasarkan pengukuran tinggi tanaman di lapangan sampai diperolehnya hasil pendugaan karbon tersimpan pada tanaman kelapa sawit.



Gambar 4.6. Grafik Nilai Jasa Lingkungan

Dengan demikian dapat dikatakan meskipun pada setiap tabel memiliki faktor pengali yang berbeda namun hasil akhir yang ditunjukkan oleh tabel mengalami kenaikan yang signifikan terlihat pada tiap umur tanaman yang berbeda. Maka semakin besar umur tanaman maka semakin banyak tanaman kelapa sawit menyimpan karbon dioksida didalam tubuh tanaman itu sendiri.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai estimasi karbon tersimpan pada beberapa kelas umur tanaman kelapa sawit di perkebunan rakyat dapat disimpulkan :

1. Perolehan biomassa tanaman kelapa sawit pada umur termuda 4 tahun sebanyak 7,099 Ton/Pohon dan Tertua pada umur 21 tahun sebanyak 35,748 Ton/Pohon. Sedangkan perolehan tumbuhan bawah umur termuda yaitu 4 tahun adalah 0,001100 Ton/Ha dan pada umur tertua yaitu 21 tahun yaitu 0,001499 Ton/Ha.
2. Hasil pengukuran potensi karbon tersimpan umur 4 tahun sebesar 3,267 Ton C/Ha dan 21 tahun 16,446 Ton C/Ha sedangkan penyerapan karbon dioksida paling rendah pada umur 4 tahun yaitu 11,988 Ton/Ha dan umur 21 tahun yaitu 60,356 Ton/Ha. Cadangan karbon tanaman kelapa sawit terus meningkat seiring dengan semakin bertambahnya umur tanaman. Dari data yang telah diperoleh ternyata perkebunan rakyat masih berada pada kategori yang cukup baik
3. Perolehan nilai jasa lingkungan dari penyerapan karbon tanaman kelapa sawit umur 4 tahun sebesar US\$ 69,53 setara dengan Rp. 910.431 dan umur 21 tahun sebesar US\$ 350,06 setara dengan Rp. 4.583.748

#### **5.2 Saran**

Adapun saran dari hasil penelitian ini adalah :

1. Untuk melakukan penelitian ini lebih baik dilakukan dalam jangka waktu yang cukup lama untuk mendapatkan keakurasian data dan sehingga hasil yang diperoleh juga optimal terhadap estimasi karbon tersimpan pada tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq).
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menduga potensi biomassa untuk mendapatkan estimasi kandungan karbon pada tegakan kelapa sawit agar lebih akurat, dengan memperhitungkan sampel lebih banyak.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F. 2007. Cadangan, Emisi dan Konservasi Karbon pada Lahan Gambut. Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air. Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia.
- Campbell, N.A., Reece, J. B., and Mitchell, L. G. 2002. Biologi. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [Http://bumn.go.id/ptpn5/berita/0-Pengembangan-Perkebunan-Sawit-Berpotensi-Timbulkan-Konflik-Sosial](http://bumn.go.id/ptpn5/berita/0-Pengembangan-Perkebunan-Sawit-Berpotensi-Timbulkan-Konflik-Sosial). Diakses ( diunduh ) pada tanggal 26 april 2016
- [Http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-%20meningkat.html](http://ditjenbun.pertanian.go.id/berita-362-pertumbuhan-areal-kelapa-sawit-%20meningkat.html). Diakses ( diunduh ) pada tanggal 20 februari 2016.
- Efendi, Kurniawansyah. 2012. Potensi Karbon Tersimpan Dan Penyerapan Karbon Dioksida Hutan Tanaman *Eucalyptus, sp.* Medan.
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. Petunjuk Praktis Pengukuran ‘Karbon Tersimpan’ Di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Agroforestry Centre, ICRAF Southeast Asia. ISBN 979- 3198-35-4. 77p Bogor.
- Janudianto, Mulyautomo, E, Abraham R A, Juita R, Moeis L, Mulyoutami E, Pribadi, Roshetko J M, 2012. Membangun Kembali Aceh, Belajar Dari Hasil Penelitian Dan Program Rehabilitasi Aceh Pasca Tsunami. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Centre.
- Lubis, A.U., 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Di Indonesia, Edisi 2. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan, Sumatera utara
- Nasution, A.Z, Mubarak, Zulkifli. 2013. Studi Emisi CO<sub>2</sub> Akibat Kebakaran Hutan Di Provinsi Riau ( Studi Kasus Di Kabupaten Siak).

Masripatin, Nur, Kirsfianti Ginoga, Gustan Pari, Wayan Susi Dharmawan, Chairil Anwar Siregar, Ari Wibowo, Dyah Puspasari, Arief Setiyo Utomo, Niken Saku ntaladewi, Mega Lugina, Indartik, Wening Wulandari, Saptadi Darmawan, Ika Heryansah, N.M. Heriyanto, H. Haris Siringoringo, Ratih Damayanti, Dian Anggraeni, Haruni Krisnawati, Retno Maryani, Dana Apriyanto, Bayu Subekti. 2010. Cadangan Karbon Pada Berbagai Tipe Hutan Dan Jenis Tanaman Di Indonesia.

Pamudji, W.S. 2011. Potensi Tegakan Karbon Pada Tegakan Akasia. Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan. Bogor

Pollock, S. 2000. Ekologi. Balai Pustaka. Jakarta.

Rahmadiani. Susantini, E. Suyono. Nugroho,A,N. Parlan. Sukarmin. Azizah, U.Wasis. Kusairi, S. Kusnanto, H. Supardi, I, A, Z. Sunarti, T. 2004.Sains. Depdiknas . Jakarta.

Supriadi, H. 2012. Peran Tanaman Karet Dalam Mitigasi Perubahan Iklim. Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar Vol 3 (1).

Sutaryo, D, 2009. Perhitungan Biomassa. Sebuah Pengantar Untuk Studi Karbon Dan Perdagangan Karbon. Wetlands International Indonesia Programme. Bogor.

Wahyuni, M. 2007. Botani Dan Morfologi Kelapa Sawit. Bahan Ajar Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan. Medan.

Wiwik, Sumanti, Kadir, Yani Iyan, 2014. Analisi Peran kebun Sawit Terhadap Kemampuan Penyerapan Karbon di Kabupaten Rokan Hilir.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 . Perolehan Tinggi Tanaman Umur 4 Tahun dan Biomassa Tanaman

Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

### PLOT I

Pohon	Tinggi Pohon (H) ( m )	Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)
1	1	0.168
2	1.05	0.173
3	1.02	0.170
4	0.95	0.163
5	0.92	0.160
6	0.98	0.166
7	0.93	0.161
8	0.9	0.158
9	0.95	0.163
10	0.93	0.161
11	1	0.168
12	1.02	0.170
13	1.11	0.179
14	1.06	0.174
15	1.02	0.170
16	1.05	0.173
17	1.07	0.175
18	0.96	0.164
19	0.97	0.165
20	1.09	0.177
21	1.03	0.171
<b>Total</b>	<b>21.01</b>	<b>3.533</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>1.01</b>	<b>0.168</b>

**PLOT II**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	0.99	0.167
2	0.96	0.164
3	0.98	0.166
4	0.94	0.162
5	0.97	0.165
6	1.04	0.172
7	1.12	0.180
8	1.03	0.171
9	1.06	0.174
10	1.09	0.177
11	0.98	0.166
12	0.93	0.161
13	0.97	0.165
14	0.95	0.163
15	1	0.168
16	1.03	0.171
17	1.2	0.188
18	0.98	0.166
19	1.01	0.169
20	1.17	0.185
21	0.94	0.162
<b>Total</b>	<b>21.34</b>	<b>3.565</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>1.01</b>	<b>0.170</b>

Lampiran 2. Perolehan Tinggi Tanaman Umur 11 Tahun dan Biomassa Tanaman  
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

**PLOT I**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	2.15	0.280
2	2.36	0.301
3	3.49	0.411
4	2.95	0.359
5	2.86	0.350
6	4.2	0.481
7	4.63	0.522
8	4.5	0.510
9	2.8	0.344
10	3.2	0.383
11	3.15	0.378
12	3.2	0.383
13	3.25	0.388
14	3.9	0.451
15	2.84	0.348
16	2.92	0.356
17	2.63	0.327
18	4.1	0.471
19	4.6	0.520
20	4.12	0.473
21	3.23	0.386
<b>Total</b>	<b>71.08</b>	<b>8.420</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>3.33</b>	<b>0.401</b>



**PLOT II**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) (Ton/Pohon)</b>
1	3.5	0.412
2	3.98	0.459
3	4.53	0.513
4	2.86	0.350
5	3.16	0.379
6	4.57	0.517
7	4.08	0.469
8	3.55	0.417
9	2.7	0.334
10	3.22	0.385
11	2.31	0.296
12	3.36	0.399
13	2.24	0.289
14	3.02	0.365
15	2.06	0.272
16	3.33	0.396
17	3.3	0.393
18	3.14	0.377
<b>Total</b>	<b>58.91</b>	<b>7.020</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>3.33</b>	<b>0.390</b>

Lampiran 3. Perolehan Tinggi Tanaman Umur 16 Tahun dan Biomassa Tanaman  
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

**PLOT I**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	4.85	0.544
2	5.35	0.593
3	5.4	0.598
4	5.25	0.583
5	5.8	0.637
6	6.1	0.666
7	6.01	0.657
8	5.62	0.619
9	5.25	0.583
10	5.32	0.590
11	4.5	0.510
12	4.67	0.526
13	4.43	0.503
14	4.9	0.549
15	4.74	0.533
16	5.27	0.585
17	4.68	0.527
18	4.1	0.471
19	5.32	0.590
20	5.64	0.621
21	6.04	0.660
22	5.47	0.604
23	5.86	0.643
24	5.39	0.597
25	5.89	0.645
26	5.42	0.600
<b>Total</b>	<b>137.27</b>	<b>15.233</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>5.35</b>	<b>0.586</b>

**PLOT II**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	5.24	0.582
2	5.19	0.577
3	5.31	0.589
4	5.28	0.586
5	5.47	0.604
6	4.99	0.558
7	5.62	0.619
8	5.06	0.564
9	5.55	0.612
10	6.17	0.673
11	6.12	0.668
12	5.37	0.595
13	5.42	0.600
14	5.46	0.603
15	4.98	0.557
16	6.01	0.657
17	6.18	0.674
18	5.46	0.603
19	5.51	0.608
20	5.27	0.585
21	5.16	0.574
22	5.28	0.586
23	5.85	0.642
24	5.22	0.580
25	4.87	0.546
26	5.03	0.562
<b>Total</b>	<b>141.07</b>	<b>15.604</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>5.35</b>	<b>0.600</b>

Lampiran 4. Perolehan Tinggi Tanaman Umur 21 Tahun dan Biomassa Tanaman  
Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

**PLOT I**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	8.78	0.928
2	8.7	0.920
3	8.96	0.945
4	8.8	0.929
5	8.87	0.936
6	8.2	0.871
7	8.26	0.877
8	7.99	0.850
9	8.61	0.911
10	9.1	0.959
11	9	0.949
12	9.12	0.961
13	8.53	0.903
14	8.74	0.924
15	9.02	0.951
16	8.15	0.866
17	8.65	0.915
18	9.12	0.961
19	8.91	0.940
20	8.52	0.902
<b>Total</b>	<b>174.03</b>	<b>18.397</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>8.67</b>	<b>0.920</b>

**PLOT II**

<b>Pohon</b>	<b>Tinggi tanaman (H) ( m )</b>	<b>Biomassa (BAP) ( Ton/Pohon)</b>
1	8.7	0.920
2	8.62	0.912
3	8.64	0.914
4	9.12	0.961
5	8.18	0.869
6	7.98	0.849
7	9	0.949
8	8.62	0.912
9	8.53	0.903
10	8.6	0.910
11	8.43	0.893
12	8.57	0.907
13	8.65	0.915
14	8.72	0.922
15	8.83	0.932
16	9.1	0.959
17	8.64	0.914
18	8.62	0.912
19	8.48	0.898
<b>Total</b>	<b>164.03</b>	<b>17.351</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>8.67</b>	<b>0.913</b>

Lampiran 5. Rekapitulasi Biomassa Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

Kelas Umur Tanaman (tahun)	Umur (tahun)	Plot	Total Biomassa (Ton/Pohon)	Rata – rata ( Ton/Pohon)
3 – 8	4	I	3,533	0,168
		II	3,565	0,170
9 – 14	11	I	8,42	0,401
		II	7,02	0,390
15 – 20	16	I	15,233	0,586
		II	15,604	0,600
>21	21	I	18,397	0,920
		II	17,351	0,913

**Rumus :**

$$Bap = 0,0706 + 0,0976H$$

**Keterangan :**

Bap = Biomassa atas permukaan

H = Tinggi (m)

Bap untuk kelapa sawit dalam satuan Ton/Pohon, dan H diukur pada ketinggian bebas pelepah ke 17

Lampiran 6. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Umur 4 Tahun

**PLOT I**

<b>No</b>	<b>Berat Total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	300.25	100	41.4	0.000124
2	354.11	100	47.2	0.000167
3	298.98	100	50.2	0.000150
4	247.34	100	43.4	0.000107
5	385.28	100	74.8	0.000288
6	210.58	100	70.7	0.000149
<b>Total</b>	<b>1749.14</b>		<b>327.7</b>	<b>0.00986</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>299.42</b>		<b>54.6</b>	<b>0.000164</b>

**PLOT II**

<b>No</b>	<b>Berat Total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	325.74	100	79	0.000257
2	285.58	100	85.3	0.000244
3	318.86	100	74.2	0.000237
4	266.85	100	66.4	0.000177
5	214.33	100	39.7	0.000085
6	337.78	100	63.5	0.000214
<b>Total</b>	<b>1749.14</b>		<b>408.1</b>	<b>0.001214</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>291.52</b>		<b>68.02</b>	<b>0.000202</b>

Lampiran 7. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Umur 11 Tahun

**PLOT I**

<b>No</b>	<b>Berat Total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	320.15	100	74.9	0.000240
2	372.23	100	71.3	0.000265
3	287.76	100	83.5	0.000240
4	349.54	100	73.4	0.000257
5	425.28	100	78.4	0.000333
6	210.58	100	77.9	0.000164
<b>Total</b>	<b>1965.54</b>		<b>459.4</b>	<b>0.001499</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>327.59</b>		<b>76.6</b>	<b>0.000250</b>

**PLOT II**

<b>No</b>	<b>Berat total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	232.11	100	30.3	0.000070
2	421.43	100	81.6	0.000344
3	318.86	100	47	0.000150
4	275.36	100	54.9	0.000151
5	300.23	100	61.3	0.000184
6	327.61	100	52	0.000170
<b>Total</b>	<b>1875.6</b>		<b>327.1</b>	<b>0.001070</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>312.6</b>		<b>54.516667</b>	<b>0.000178</b>



Lampiran 8. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Umur 16 Tahun

**PLOT I**

<b>No</b>	<b>Berat Total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	410.24	100	63.5	0.000261
2	425	100	79.1	0.000336
3	386.38	100	85.9	0.000332
4	417.08	100	91.5	0.000382
5	369.69	100	52.7	0.000195
6	347.85	100	52.8	0.000184
<b>Total</b>	<b>2356.24</b>		<b>425.5</b>	<b>0.001689</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>392.71</b>		<b>70.92</b>	<b>0.000281</b>

**PLOT II**

<b>No</b>	<b>Berat Total ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	439.64	100	44	0.000193
2	397.44	100	75.5	0.000300
3	430.72	100	83.6	0.000360
4	378.71	100	66.1	0.000250
5	329.19	100	66.7	0.000220
6	418.51	100	37.3	0.000156
<b>Total</b>	<b>2394.21</b>		<b>373.2</b>	<b>0.001480</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>399.04</b>		<b>62.2</b>	<b>0.000247</b>

Lampiran 9. Biomassa Tumbuhan Bawah Pada Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Umur 21 Tahun

**PLOT I**

<b>No</b>	<b>Berat basah ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	501.23	100	64.9	0.000325
2	285.46	100	76.4	0.000218
3	472.05	100	64.7	0.000305
4	405.03	100	53.7	0.000218
5	370.57	100	50.5	0.000187
6	436.08	100	58.7	0.000256
<b>Total</b>	<b>2470.42</b>		<b>368.9</b>	<b>0.001509</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>411.74</b>		<b>61.5</b>	<b>0.000252</b>

**PLOT II**

<b>No</b>	<b>Berat basah ( gr )</b>	<b>Berat Sampel ( gr )</b>	<b>Berat Kering ( gr )</b>	<b>Biomassa ( Ton/Ha)</b>
1	477.85	100	64.5	0.000308
2	383.13	100	33.8	0.000129
3	518.91	100	66	0.000342
4	374.74	100	70.4	0.000264
5	446.99	100	53.7	0.000240
6	369.73	100	55.5	0.000205
<b>Total</b>	<b>2571.35</b>		<b>343.9</b>	<b>0.001489</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>428.56</b>		<b>57.3</b>	<b>0.000248</b>

Lampiran 10. Rekapitulasi Biomassa Tumbuhan Bawah Tanaman Kelapa Sawit  
(*Elaeis guineensis* Jacq)

Kelas Umur Tanaman (tahun)	Umur (tahun)	Petak	Total Biomassa (Ton/Ha)	Rata – rata (Ton/Ha)
4 – 8	4	I	0.000986	0.000164
		II	0.001214	0.000202
9 – 14	11	I	0.001499	0.000250
		II	0.001070	0.000178
15 – 20	16	I	0.001689	0.000281
		II	0.001480	0.000247
>21	21	I	0.001509	0.000252
		II	0.001489	0.000248

**Rumus :**

$$\text{Total BK (gr)} = (\text{BK subsampel} : \text{BB subsampel}) \times \text{Total BB}$$

**Keterangan :**

**BK = Berat Kering**

**BB : Berat Basah**

Lampiran 11. Potensi Karbon Tersimpan Tanaman kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

UMUR ( tahun)	PLOT	BIOMASSA KELAPA SAWIT (TON/HA)	BIOMASSA TUMBUHAN BAWAH (TON/HA)	POTENSI KARBON TERSIMPAN (TON C/HA)
4	I	3.533	0.000986	1.626
	II	3.565	0.001214	1.640
<b>TOTAL</b>		<b>7.098</b>	<b>0.0022</b>	<b>3.266</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>3.549</b>	<b>0.0011</b>	<b>1.633</b>
11	I	8.42	0.001499	3.874
	II	7.02	0.00107	3.230
<b>TOTAL</b>		<b>15.44</b>	<b>0.002569</b>	<b>7.104</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>7.72</b>	<b>0.0012845</b>	<b>3.552</b>
16	I	15.233	0.001689	7.008
	II	15.604	0.00148	7.179
<b>TOTAL</b>		<b>30.837</b>	<b>0.003169</b>	<b>14.186</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>15.419</b>	<b>0.0015845</b>	<b>7.093</b>
21	I	18.397	0.001509	8.463
	II	17.351	0.001489	7.982
<b>TOTAL</b>		<b>35.748</b>	<b>0.002998</b>	<b>16.445</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>17.874</b>	<b>0.001499</b>	<b>8.223</b>

**Rumus :**

$$C = (\text{Biomassa Kelapa Sawit} + \text{Biomassa Tumbuhan Bawah}) \times 0,46$$

**Keterangan :** C = Potensi Karbon Tersimpan

Lampiran 12. Penyerapan Karbon Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq)

UMUR (tahun)	PLOT	POTENSI KARBON TERSIMPAN (TON C/HA)	PENYERAPAN KARBON TERSIMPAN (CO <sub>2</sub> /HA/TAHUN)
4	I	1.626	5.966
	II	1.640	6.020
<b>TOTAL</b>		<b>3.266</b>	<b>11.987</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>1.633</b>	<b>5.993</b>
11	I	3.874	14.217
	II	3.230	11.853
<b>TOTAL</b>		<b>7.104</b>	<b>26.070</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>3.552</b>	<b>13.035</b>
16	I	7.008	25.719
	II	7.179	26.345
<b>TOTAL</b>		<b>14.186</b>	<b>52.064</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>7.093</b>	<b>26.032</b>
21	I	8.463	31.060
	II	7.982	29.294
<b>TOTAL</b>		<b>16.445</b>	<b>60.355</b>
<b>RATA-RATA</b>		<b>8.223</b>	<b>30.177</b>

**Rumus :**

$$CO_2 = C \times 3,67$$

**Keterangan :**

**CO<sub>2</sub>** = Penyerapan Karbon

**C** = Potensi Karbon Tersimpan

Lampiran 13. Kondisi lahan perkebunan kelapa sawit umur 4 tahun





Lampiran 14. Kondisi lahan perkebunan kelapa sawit umur 11 tahun





Lampiran 15. Kondisi lahan perkebunan kelapa sawit umur 16 tahun





Lampiran 16. Kondisi lahan perkebunan kelapa sawit umur 21 tahun



Lampiran 17. Pengukuran Lahan Pembuatan Plot Penelitian





Lampiran 18. Pengukuran Tinggi Tanaman





Lampiran 19. Penghitungan Karbon Tanaman Bawah (Gulma)



Lampiran 20. Penimbangan dan Pengovenan Tanaman Bawah (Gulma)

